

科学图书馆·连锁反应系列

Discovering

从托勒密的球状天体到暗能量

# 发现宇宙

[英] 约翰·范顿 著 丛书主译 迟文成 宋涛 孟歆 译

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

从托勒密的球状天体到暗能量:发现宇宙/(英)  
约翰·范顿著;宋涛等译. —上海:上海科学技术文  
献出版社, 2010.4

(连锁反应系列. 物理)

ISBN 978-7-5439-4266-0

I. ①从… II. ①约…②宋… III. ①宇宙学-普及  
读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 046878 号

Chain Reactions: From Ptolemy's Spheres to Dark Energy: Discovering the Universe

© Harcourt Education Ltd. 2007

Chain Reactions: From Ptolemy's Spheres to Dark Energy by John Farndon

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2010 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2009-435

责任编辑: 谭 燕

美术编辑: 徐 利

从托勒密的球状天体到暗能量·发现宇宙

[英]约翰·范顿 著 丛书主译 迟文成 宋 涛 孟 歆 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 3.75

版 次: 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-4266-0

定 价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>



“连锁反应”系列丛书

书主译 迟文成

CHAIN REACTIONS

# 从托勒密的球状天体 到暗能量

## ——发现宇宙

上海科学技术文献出版社



# 主译的话

太阳光芒四射，大海潮起潮落，机器飞速运转，霓虹五颜六色……在这些再寻常不过的现象中，都蕴藏着许多科学奥秘。人类伴随着对科学奥秘的不断破解，从远古一路走来。钻木取火，完成了从古猿向类人猿的进化；利用石器和制造石器，打开了从类人猿向人类过渡的大门；青铜器和铁器冶炼术的出现，完成了人类从奴隶制到封建制社会的跨越；蒸汽机的发明，使人类完成了工业革命的飞跃；火药的出现，推动了人类社会极大的进步；电的发明，使人类进入了电器时代；计算机的创世，把人类带入了信息社会；卫星和飞船的开发成功，又把人类梦想带入了太空。

上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海尼曼图书馆引进了这套“连锁反应”系列丛书以满足青少年对科学知识的渴求。丛书共包括6册：《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》、《从蒸汽机到核聚变——发现能量》、《从火药到激光化学——发现化学反应》、《从风车到氢燃料电池——发现替代能源》、《从牛顿的彩虹到冷冻光——发现光》、《从希腊原子到夸克——发现原子》。本系列丛书俨然一部科学发展简史，记录着人类文明的印迹。更重要的是，丛书中还介绍了大量不同时期的科学家们鲜为人知的故事，他们为了探索科学实验结果，不惜冒着致残甚至丢掉生命的危险，因此说，人类从愚昧野蛮走向光辉灿烂的文明世界的漫漫征程中始终贯穿着这些科学家们求真求实的科学精神。

受上海科学技术文献出版社的委托，我组织并承担了这次翻译工作。在翻译过程中，每位译者和我一样有着共同的感受，我们不仅在做着翻译工作，同时也是一个再学习的过程，学习科学知识，学习科学家们为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。科学世界广袤精深、乐趣无穷，我们希望通过这套系列丛书能够培养更多青少年学习自然科学知识的兴趣，激发他们探索未知世界的热情，将来更好地为祖国建设服务。

受译者专业知识所限，书中难免有纰漏之处，希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年12月于沈阳



# 目 录

- 4 太空中的众多奥秘
- 6 天体是如何运动的
- 8 运动的地球
- 10 开普勒提出的椭圆轨道理论
- 12 伽利略发明的望远镜
- 14 发现重力
- 16 新行星和遥远的恒星
- 20 巨大的宇宙
- 24 相对的宇宙
- 28 不断膨胀的宇宙
- 36 证明创世大爆炸理论的证据
- 42 黑洞和创世大爆炸理论
- 46 黑暗的宇宙
- 50 使物质聚在一起
- 56 大事年表
- 58 科学家小传



# 太空中的众多奥秘

你知道吗？天文学家们可以观测到恒星在130亿年前的状态；一些星系正在以接近光速的速度远离我们；宇宙起源于几声隆隆的巨响……在这里，我们仅仅从天文学家们已经发现的众多令人吃惊的天文现象中，选取了几例。


很久以前，当我们的祖先仰望夜空时，他们看到了无数颗闪

闪发光的星星。同时，他们发现许多星星的分布呈现出某些特殊的形状，人们把这些特殊形状的星群称为星座。另外，人们还针对这些星座编出了许多美妙的故事。今天，当我们仰望夜空时，同样的星星在我们的头顶闪耀。然而，我们对夜空的了解已经远远超出了祖先们的想象空间。

当我们仰望夜空时，我们实际上也在注视着太空。太空中所包含的天体，在数量方面已经远远超出了我们用肉眼所观测到的数量。在过去的许

多个世纪当中，天文学家们利用功能越来越强大的天文望远镜，对太空进行了越来越广泛的探测。他们还研究出一些天文学理论，并将观测到的各种天体绘制到一张宇宙图中。

宇宙不仅包括整个太空，而且包括太空中的全部天体。整个宇宙所包含的星系的数量超过1 000亿个（每个星系是由许多组恒星构成的），每个星系又包含了1 000亿颗像太阳一样的恒星。就像地球围绕太阳运行一样，在许多恒星的周围，也有行星在围绕它们运行。



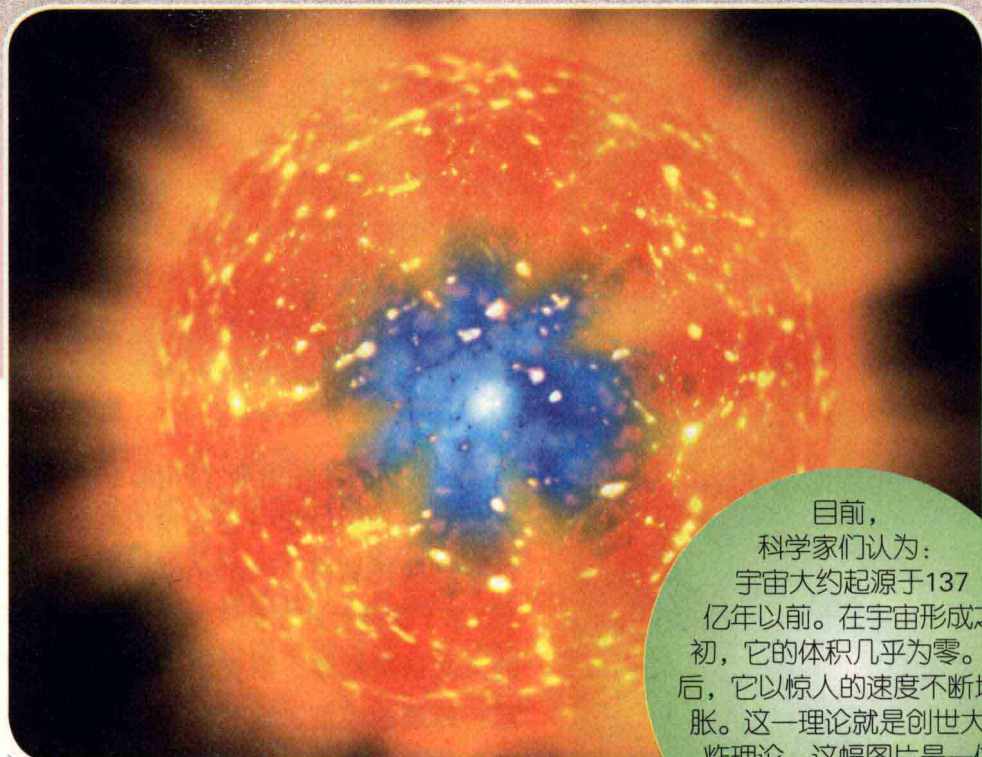
## 宇宙会永远运行下去吗？

几千年以来，人类一直在询问这个问题，但是迄今为止，没有人知道这个问题的答案。据说，宇宙会永远运行下去。绝大多数的科学家认为：宇宙是无限的。如果宇宙的发展存在一个限度，那么我们就认为宇宙是有限的。近来，一些研究结果显示：也许宇宙最终仍将是有限的。换句话说，宇宙最终可能会变得体积非常庞大，但它的变化还是有限度的。



科学家们逐渐详细地了解到今天宇宙的运行原理。他们还将宇宙的历史追溯到宇宙形成的最初瞬间，宇宙是在创世大爆炸的过程中形成的。

我们对宇宙的了解在日益增加。然而，随着我们对宇宙了解的增多，我们会觉得宇宙变得更加神秘了。每当科学家们觉得他们已经发现了绝大多数关于宇宙的奥秘时，他们又会发现他们的研究工作才刚刚开始。



目前，  
科学家们认为：  
宇宙大约起源于137  
亿年以前。在宇宙形成之  
初，它的体积几乎为零。此  
后，它以惊人的速度不断地膨  
胀。这一理论就是创世大爆  
炸理论。这幅图片是一位  
艺术家想象出的创世  
大爆炸。



### 谈奇说妙

在不借助望远镜的情况下，我们可以看到5 000~10 000颗恒星。实际上，在太空里还有几万亿颗恒星。许多行星在围绕太阳运行，地球就是其中的一颗。在这些行星中有5颗行星不用借助望远镜也很容易被观测到，它们分别是：水星、金星、火星、木星和土星。这些行星本身不发光。不过，由于它们距离太阳非常近，它们反射的太阳光非常明亮，它们在亮度方面除了逊色于最亮的恒星以外，超过了其他所有的天体。对于地球而言，亮度最高的天体也是离我们最近的天体，它就是月球。



# 天体是如何运动的

天文学是一门非常古老的科学。古代的巴比伦人和埃及人对恒星进行了准确观测。不过，人类对宇宙最初的了解是通过神话传说体现出来的。古希腊人和古罗马人首先开始对宇宙进行了研究。



这是一幅15世纪的托勒密肖像。罗马帝国衰亡以后，托勒密的观点只在中东地区流行。中世纪时期，他的观点又被传回了欧洲。

古希腊人对宇宙的了解已经相当多。他们根据船只消失在地平线以下等现象得出结论：地球是圆的。他们还提出：太阳和月球是体积巨大的球形天体，它们在远方围绕地球进行运转。古希腊的思想家还利用几何学粗略地计算出太阳和月亮与地球之间的距离，以及这两个天体自身的体积。

古希腊的喜帕恰斯（Hipparchus，大约公元前200年—公元前126年）和古罗马的托勒密（Ptolemy，大约90—151年）这两位杰出的天文学家根据当时的天文研究成果，研究出一种关于宇宙运行原理的模型，这一了不起的模型所包含的许多观点，被称为托勒密天文体系。我们可以在托勒密所著的《天文学大成》一书中找到这些观点。

## 托勒密天文体系

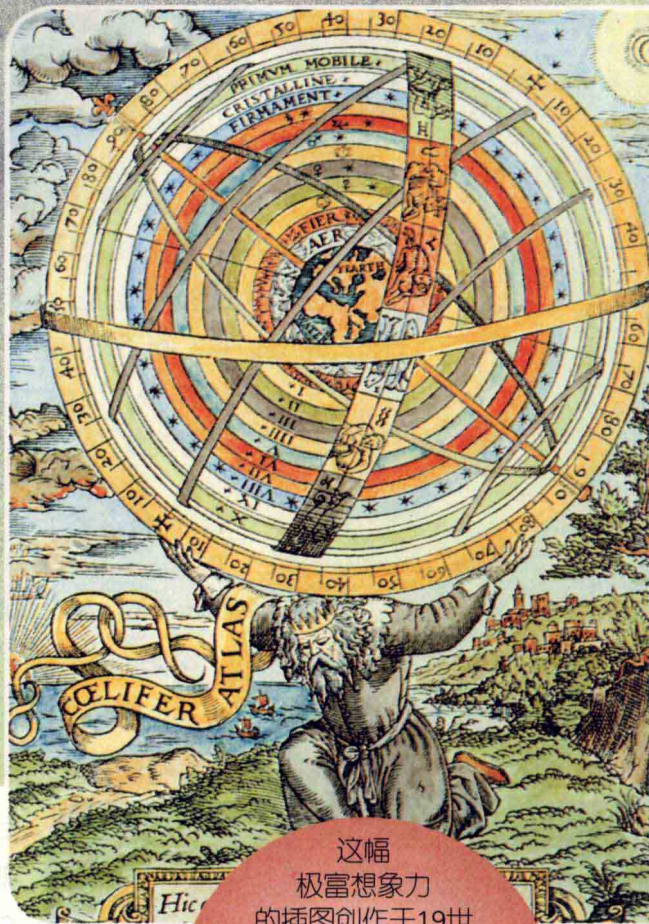
在托勒密天文体系当中，地球是宇宙固定的中心。在地球的周围，有许多体积巨大的透明球体，即“水晶球”。在每一个透明球体的周围，有许多天体在围绕它们旋转。太阳和月球分别围绕一个球体旋转，所有的恒星围绕一个球体旋转，每一颗行星围绕一个球体旋转。



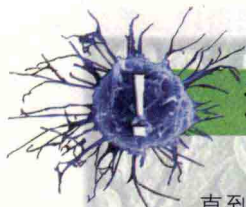
托勒密所创建的天文体系不仅描绘了宇宙的概貌，而且成为当时预测太阳、月球、行星和恒星运动的数学模型。尽管这一体系后来被人们证明是错误的，它还是在1500多年的时间里成为天文计算的基础理论。

## 徘徊者

对于托勒密而言，行星的运动是一个需要进行特别解释的问题，这是因为行星在天空中并不是简单地沿着一定的曲线进行运动。古希腊人之所以把它们称为行星（planets），是因为“planets”一词在希腊语中有“徘徊者”的意思。这些天体看上去每隔一段时间就会回来一次。这一运动形式，在今天被称为“逆向运动”。其实，这一现象只不过是地球在运动的过程中会在不同的时刻经过这些行星而已。不过，在托勒密的天文体系中，地球被认为是固定不动的。为了解释上面提到的奇怪向后运动，托勒密不得不发明一个复杂的系统模型。在这个系统模型中，我们可以看到许多个同心圆。



这幅极富想象力的插图创作于19世纪，它生动地说明了托勒密天文体系中的“水晶球体”。托勒密的天文体系使天文学家们可以非常准确地预测出恒星和行星的运动。



## 谈奇说妙

直到17世纪，绝大多数的科学家们才意识到地球并不是固定不动的，而是围绕太阳进行运行。然而，古希腊思想家阿里斯塔克早在2000年前就已经得出了上述结论。他提出，地球和其他的行星共同围绕太阳进行运转，那些恒星距离我们非常遥远。他甚至还意识到，地球上之所以有昼夜之分，是由于地球自转的缘故，地球的自转周期为24小时。



# 运动的地球

托勒密提出的天文学体系看起来似乎很完美，以至于在1400年的时间内，没有人对它的正确性提出过怀疑。当时，由于罗马天主教會的权威地位，人们认为地球是整个宇宙的中心，这是天经地义的事。接下来，在大约公元1500年的时候，一位名叫尼古拉斯·哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473—1543）的波兰牧师提出了不同的观点。

哥白尼在一生的绝大部分时间内，在波兰的法兰伯克天主教堂内当牧师。他经常爬上教堂的塔楼观测夜空。也许正是这些天文观测给他的天文研究带来了灵感。

德国天文学家雷格蒙塔努斯（Regiomontanus，1436—1476）对托勒密提出的天文体系进行了总结。

他又在1462年的时候写了一本小册子，名字叫《概论》。在这本书中，他提出了几个问题。例如，他发现托勒密解释月球运动的观点看起来是不对的。

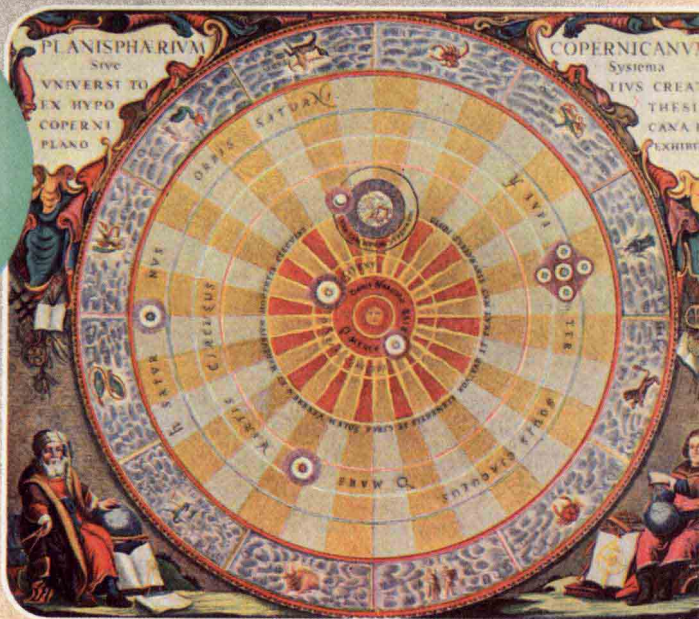
哥白尼在阅读了《概论》一书以后，开始思考一些问题。在他看来，托勒密提出的天文体系显得过于复杂。哥白尼认为上帝所创造的宇宙不应该如此复杂。他觉得，正是由于地球被认为是整个天文系统的固定中心，所以托勒密才不得不创建一个非常复杂的天文体系，以便解释行星的运动。哥白尼认为，如果太阳是整个天文系统的中心，地球和其他的行星围绕太阳运转，那么整个天文体系就不会那么复杂了。

1514年，哥白尼写了一本小册子，名字叫《纲要》。他在书中提出了太阳中心说的宇宙论。他向人们说明了如何利用这一理论来解释行星的逆向运动。他还提出，恒星实际上距离我们非常遥远，它们之所以看上去好像在移动，是由于地球在运转的缘故。





这幅插图说明了哥白尼的理论。根据他的理论，太阳位于宇宙的中心。在图中中心圆圈的顶部，我们可以看到月球围绕地球运转。



哥白尼在一本名为《天体运行论》的伟大著作中提出了自己的理论。这部著作在1543年哥白尼去世前后被出版发行。然而，哥白尼的观点被世人普遍接受则是在100多年以后。当

时，由于许多新教徒脱离了天主教会，整个欧洲在宗教领域非常混乱。所以，天主教会最不愿意看到有人对它的宗教基本理论提出质疑。

## 太阳系

哥白尼在黑暗中摸索前行，并一步步向真理靠近。今天的人们都知道：地球只是太阳系的一部分；太阳系是由太阳和围绕太阳运行的行星及体积更小的天体（如小行星）构成的；在宇宙中有数不清的类似太阳系的天体系统。



### 谁是利用望远镜进行天文观测的第一人？

英国绅士托马斯·迪格斯（Thomas Digges, 1546—1595）也许是第一位利用非常简易的望远镜进行天文观测的人，他还是哥白尼提出的太阳中心说理论的早期支持者之一。实际上，他还进一步发展了太阳中心说。他提出，太阳系周围的宇宙是无限的，在那里到处分布着大量的恒星。



# 开普勒提出的椭圆轨道理论

著名的丹麦天文学家第谷·布拉赫 (Tycho Brahe, 1546—1601) 已经意识到地球围绕太阳运转, 但是他并不同意哥白尼的理论。这在一定程度上是由于, 他经过仔细观测得出的结果与哥白尼的理论并不一致。

托勒密提出的天文系统几乎可以准确地预测出行星的运行轨道。为了达到同样的准确程度, 哥白尼必须在他的天文体系中加入更多的同心圆, 这使得他提出的天文系统变得复杂了。布拉赫也因此放弃了关于地球移动的观点。不过, 他的年轻助手约翰尼斯·开普勒 (Johannes Kepler, 1571—1630) 对此却持不同的态度。

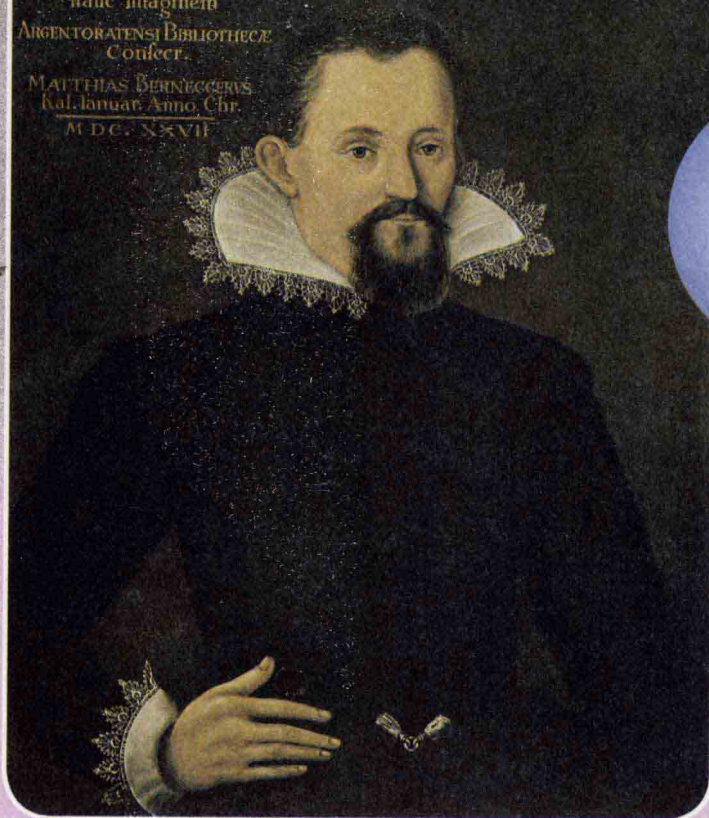
1601年布拉赫去世以后, 开普勒接管了布拉赫此前的天文观测数据。他开始研究为什么哥白尼的理论无法解释这些观测数据。很快, 他意识到, 从根本上来讲, 哥白尼的理论是正确的; 但是, 在他的理论当中有几处关键的错误。例如, 哥白尼假设行星的运行轨道是绝对的圆形, 它们的运行速度是恒定的, 太阳是宇宙的绝对中心。开普勒发现, 如果放弃上面提到的这些假设, 哥白尼提出的天文体系要比托勒密提出的天文体系准确得多。

开普勒经过精确的计算得出结论, 行星的运行轨道并不是绝对的圆形, 相反, 它们是沿着一种特殊的椭圆轨道进行运动; 太阳略微地偏离了宇宙的中心; 行星会改变它们的运动速度。具体说来, 当它们靠近太阳时, 它们的运动速度加快, 当它们远离太阳时, 它们的运动速度放慢。

## 第谷·布拉赫的故事

在一次决斗的过程中, 第谷·布拉赫的鼻子被砍掉了。为了看起来与脸部更加协调, 他不得不为自己安了一个黄铜制的鼻子。据说, 他的天文观测结果之所以非常准确, 是由于他在进行天文观测时可以摘下鼻子, 从而使眼睛更加靠近天文观测设备。



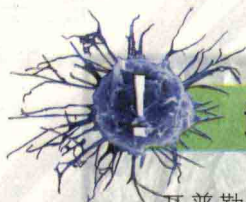


1627  
年绘制的德  
国天文学家约  
翰尼斯·开普勒  
的肖像。

在研究行星运动的过程中，开普勒逐渐总结出一系列的数学定律。开普勒定律非常适用于天体运动研究。今天，天文学家们在计算遥远星系的运动模式时，仍然会使用开普勒定律。

许多天文学家们很快意识到，开普勒定律非常适合进行准确的天文预测。然而，在当时却很少有科学家真正意识到开普勒定律已经揭示出宇宙的真实面貌。实际上，一些天文学家认为，行星除了在正圆轨道进行运行以外，不可能在其他类型的轨道内进行运行。

虽然约翰尼斯·开普勒的观点在后来激怒了天主教会，但是他仍然坚信自己已经揭示出上帝创造宇宙的完美计划。据说，他在取得了重大发现以后曾经发出惊呼：“全能的上帝，我终于发现了您的创世计划！”



### 谈奇说妙

开普勒提出的观点并非都是正确的。他曾经认为，行星在运行的过程中会发出嗡嗡的声音，这种声音非常低沉，可以产生回响。他还认为，每颗行星在运行过程中所发出的声音的音高是不同的，这主要取决于它们的运行轨道的长度。



# 伽利略发明的望远镜

这是伽利略当年用过的两台天文望远镜，伽利略正是利用它们观测到木星的卫星和金星的位相。当时伽利略把它们称为“spyglasses”（小望远镜）。直到后来，人们才把它们称为“telescopes”（天文望远镜）。

开普勒指出，哥白尼提出的关于地球运动的观点可以被看作是一种理论。然而，几乎所有其他的天文学家都不相信这一理论是正确的。他们需要的是证明这一理论的证据。伟大的意大利天文学家伽利略·伽利雷（Galileo Galilei, 1564—1642）最终在1610年给出了这些证据。

一旦科学预言得到了证实，那么相关的科学理论就必须得到人们足够的重视。哥白尼预言，如果他提出的理论是正确的，那么金星也会像围绕太阳运转的月球一样拥有位相。月球的位相是指月球的形状从新月到满月的变化过程。月相的产生是由于随着月球围绕地球运行，月球被太阳照亮的面积会不断地发生变化。遗憾的是，由于金星距离地球太遥远了，所以人们用肉眼无法看到它的位相变化。

1609年，伽利略偶然发现了一种新奇的眼镜，它是由荷兰人发明的。它利用两个镜片使远处的物体看上去更大。伽利略从中受到启发，改进了望远镜的设计，使呈现在望远镜中的物体比以前大了10倍。于是，第一台适于天文观测的望远镜诞生了。

## 证明哥白尼的观点是正确的

当伽利略将他的望远镜对准夜空时，观测到的天文现象让他大吃一惊。他所观测到的月球并不是绝对的球体，在月球的表面分布着许多山脉和山谷。他还观测到在木星的周围有4颗卫星，它们今天被人们称为伽利略卫星。





1610年，伽利略发现有一些卫星在围绕木星进行运转。当时，他只观测到4颗卫星。今天，我们已经知道，包括伽利略卫星在内，木星的周围一共有大约60颗体积较小的卫星。实际上，一些最近才被发现的卫星体积非常小，它们的直径不超过1.6千米（1英里）。

最关键的是，伽利略还观测到，金星的确像哥白尼预言的那样，随着观测角度的变化，呈现出不同的位相。金星的位相变化向伽利略和其他天文学家证明了哥白尼的观点是正确的。地球并不是静止不动的，而是同其他行星一起围绕太阳进行运转。

伽利略  
在1610年观测到的4颗卫星在今天分别被称为：艾奥、欧罗巴、卡里斯托和加尼美得。从那时起，天文学家们一共在木星的周围发现了大约60颗卫星。



## 为什么教会方面不同意伽利略的观点？

天主教会同意把哥白尼的观点当作是进行天文预测的一种有用的理论，而伽利略坚持认为：这些观点不仅仅是一种理论，而且是符合客观实际的真理。这实际上是对教会领导者的挑战，因为它实际上在暗示，教会的领导者并不懂得真理。于是，天主教的教皇宣布哥白尼撰写的书籍为禁书，同时禁止伽利略再谈论这本书。然而，伽利略并不肯就此保持沉默。他又撰写了一部名为《对话》的著作。在这部著作中，一位名叫萨格莱多的智者同一位名叫辛普利西奥的笨家伙针对哥白尼的观点展开了争论。看上去，书中的那个名叫辛普利西奥的人物似乎指的就是天主教的教皇。于是，教皇将伽利略传唤到罗马。也许是由于严刑拷打，伽利略被迫最终否定了关于地球运动的学说。传说当伽利略被关押在自己的家里时，他还在小声地说：“可是，它的确是在运动啊！”



# 发现重力

到17世纪中叶的时候，绝大多数的思想家经过认真的思考，都接受了哥白尼的观点，认为地球围绕太阳转。他们同时认为，开普勒定律很好地描述了行星的运动。然而，仍然有两个重要的问题困扰着他们。

第一个问题就是开普勒定律发挥作用的原理是什么。第二个问题的历史更加久远。并非无知使古希腊人放弃了阿利斯塔克提出的关于地球运动的理论，正是由于人们无法解释自己在运动的

地球上为什么不会掉下去，所以他们才放弃了阿利斯塔克的理论。实际上，连伽利略也无法对这一问题轻而易举地给出解释。1665年，伟大的英国科学家艾萨克·牛顿（Isaac Newton, 1642—1727）爵士发现了万有引力，这一发现是人类历史上的重大发现。

据说，当年牛顿在林肯郡伍尔索坡的自家花园里坐着休息时，看到一个苹果从树上掉了下来，于是便想到引力的理论。牛顿当时想，倘若苹果不是自己掉到地上的，而是被一种看不见的力量吸到地上的，那么这种力量能否在地球在太空中运行时将地球上的所有物体吸住，使它们不会掉下去呢？凭着自己的智慧，牛顿还大胆地做出推理：也许正是这种被他称为万有引力的力量使得行星围绕太阳进行运转。正如引力会将苹果吸到地球上一样，它还会使月球围绕地球运转，使行星围绕太阳运转。



艾萨

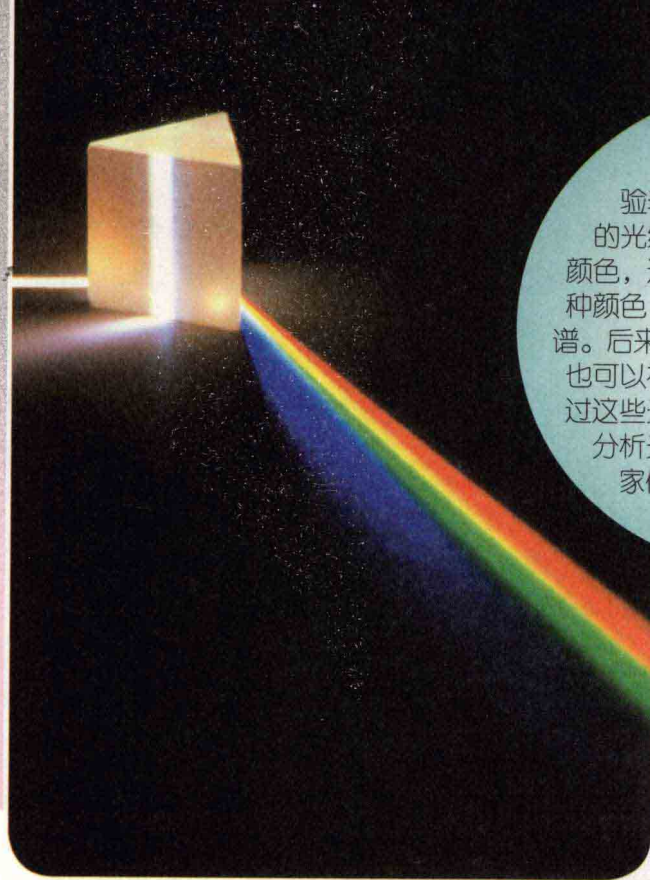
克·牛顿爵士

是人类历史上最伟大的科学家之一。他提出的万有引力定律和运动定律为日后人类对宇宙的研究奠定了基础。

## 万有引力定律

牛顿根据自己的简单而又伟大的想法，提出了万有引力定律。他在这一规律中描述了一种普遍存在的引力，这种力量试图将所有的物质聚集在一起。牛顿通过数学推理证明了这种力量是普遍存在的。引力的大小取决于物质的重量和它们之间的距离。





牛顿

利用棱镜进行的实验表明，像日光这种白色的光线，可以被分解成不同的颜色，这些颜色就是构成彩虹的几种颜色，它们放在一起就形成了光谱。后来，天文学家们意识到，星光也可以被分解成类似的光谱，只不过这些光谱的亮度要暗一些。通过分析光谱的颜色分布，天文学家们可以对恒星获得更多的了解。

在接下来的20年里，牛顿不断地完善了万有引力定律，将它变成了由著名的三大运动定律构成的完整理论体系。这些定律为天文学家

们分析和预测宇宙中各种天体的运动规律提供了数学模型。尽管阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein, 1879—1955）在250年后对牛顿的理论进行了重要的完善（见本书的27页），不过人们始终认为，正是牛顿定律为绝大多数的天文学计算奠定了基础。



## 为什么行星一直在轨道内运行？

牛顿意识到，行星在围绕太阳运行时，之所以能一直在轨道内运行，是由于引力与惯性之间的平衡。惯性是指物体保持静止状态或进行匀速直线运动的趋势。行星在惯性的作用下在太空中保持运动的状态。同时，行星与太阳之间的引力使行星始终处于运行轨道内。引力与惯性处于绝对的平衡状态。如果惯性太强或引力太弱，行星将远离太阳并飞向太空；如果惯性太弱或引力太强，行星将盘旋着飞向太阳。



# 新行星和遥远的恒星

伽利略以后的天文学家都把天文望远镜作为标准的天文观测设备。然而，他们取得的重大天文发现却很少很少。直到18世纪80年代，另一位伟大的天文学家改变了这一情况。

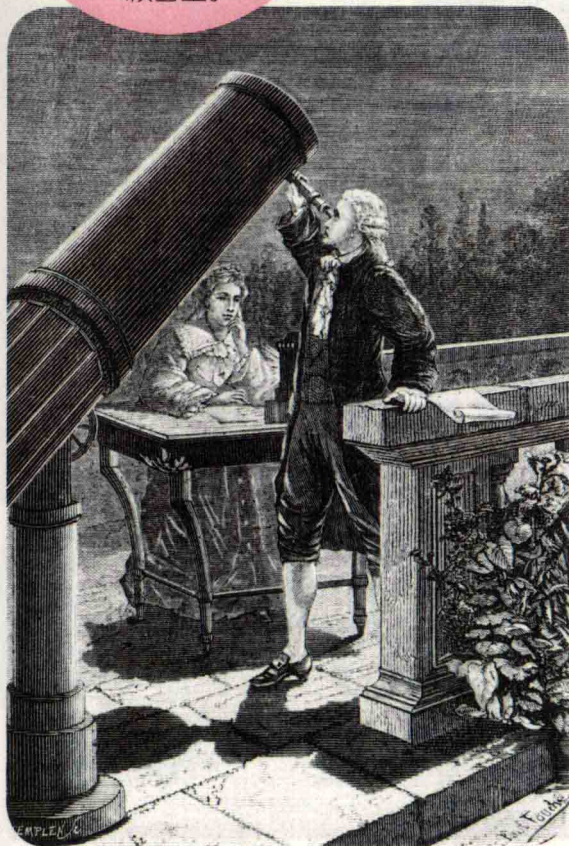
出生在德国的威廉·赫歇尔（William Herschel，1738—1822）在1757年移居到英格兰。他在那里开始从事天文学研究。

为此，他开始建造观测能力越来越强的天文望远镜。几千年来，天文学家们只了解到用肉眼可以观测到的5颗行星，它们分别是水星、金星、火星、木星和土星。

1781年，赫歇尔发现了第六颗行星。最初，他根据约翰三世的名字将这颗行星命名为“约翰星”。后来，这颗行星最终被命名为天王星。

威廉·

赫歇尔在利用天文望远镜进行天文观测，他的妹妹卡罗琳在一旁进行记录。卡罗琳本人也是一位杰出的天文学家，她发现了8颗彗星。



## 我们距离恒星究竟有多远

很快，赫歇尔开始研究恒星与地球之间的距离。他认为，光线看上去越暗淡的恒星，离我们越遥远。今天，我们知道这一理论是不正确的。这是因为，一些恒星的亮度很强，而另一些恒星的亮度很弱。所以，一颗恒星之所以看上去很暗，有可能是由于它距离我们很遥远，也有可能是由于它发出的光很暗。不管怎么说，赫歇尔是这一领域的探路者。他把每一颗恒星的亮度同天狼星（最亮的恒星）的亮度进行对比，然后以天狼星的距离作为参照物，计算出每一颗恒星的距离。

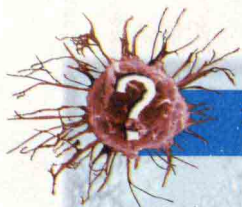


赫歇尔利用这种方法，绘制出一幅关于恒星的三维草图。他发现绝大多数的恒星位于夜空中的一个明亮的带状区域内，这个区域看上去就像一张厚厚的烙饼。很快，人们将这一区域称为银河系。

1838年，德国天文学家弗里德里希·贝塞尔（Friedrich Bessel, 1784—1846）第一次计算出天鹅座61的实际距离。他通过测算这颗恒星在一年中相对其他恒星的细微位置改变，得出自己的结论，这种方法被称为视差。他经过计算得出的数字相当惊人。尽管天鹅座61是距离我们最近的恒星之一，按照贝塞尔的估算，它与我们之间的距离也有100万亿千米（60万亿英里）。这说明它比太阳远72万倍！

接下来，更令人吃惊的结论出现了。贝塞尔的测算结果使天文学家们意识到，天狼星离我们相当遥远。于是，他们便可以利用同样的方法计算出赫歇尔三维草图所列出的所有恒星的距离。很快，他们计算出银河系中最遥远的恒星比天鹅座61要远1 000多倍。人们突然觉得宇宙变得如此浩瀚。

今天，天文学家们仍然利用比较恒星亮度的方法来估计它们的距离。但是，他们必须考虑恒星颜色所表明的恒星的真实亮度。实际上，每一颗恒星的距离是截然不同的。



## 夜空中那些没有被人们识别的亮点是什么？

从前，人们把利用天文望远镜观测到的一群模糊的亮点称为“nebulae”，即“恒星”。法国天文学家查理斯·梅西耶（Charles Messier, 1730—1817）开始在星表中用数字来代表这些亮点。赫歇尔后来又发现了上千个这样的亮点。然而，当时没有人知道它们究竟是什么。哲学家伊曼努尔·康德（Immanuel Kant, 1724—1804）认为，它们当中的绝大多数是由恒星构成的巨型团状物，它们已经远远超出了银河系的范围。今天，当天文学家们使用“nebulae”一词时，是用它来代表由太空中的气体和尘埃构成的巨大的云状物，即“星云”。





## 发现更多的行星

赫歇尔发现天王星是天文学领域的一个重大突破。不过，它很快给天文学家们提出了新的问题。天王星出现的地点往往和天文学家们根据牛顿定律和开普勒定律预测出来的结果不一致。难道在太空中更远的区域还有另外一颗行星在利用自身的引力干扰天王星的运行轨道？

年轻的法国天文学家于尔班·勒威耶（Urbain Le Verrier，1811—1877）利用牛顿提出的数学模型，并根据天王星轨道受到的干扰，预测出这颗神秘的行星的位置。勒威耶告诉位于德国柏林的一些天文学家如何调整天文望远镜的观测角度，从而观测到这颗神秘的行星。1846年9月23日，柏林的天文学家们花了不到半个小时的时间就观测到了这颗神秘的行星。它所在的位置与勒威耶的预期完全一致。天文学家们将这颗刚刚发现的太阳系行星命名为海王星。



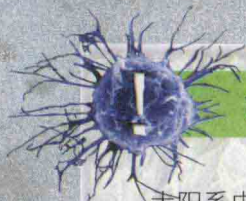
### 究竟是谁发现了海王星？

当勒威耶宣布自己发现了海王星时，英国的天文学家们立刻声称他们已经了解了关于海王星的情况。他们指出，英国天文学家约翰·克劳奇·亚当斯已经计算出海王星的位置，不过，他们还没有将天文望远镜对准这颗行星。人们针对这项天文发现到底应该归功于哪位天文学家展开了一场争论。最终，勒威耶和克劳奇·亚当斯这两位天文学家分享了这项荣誉。2004年，一些当时遗失的文稿在智利被找到。文稿的内容向人们解释了事实真相。当时，英国的天文学家们实际上过分夸大了亚当斯的计算结果。无论如何，亚当斯的研究成果实际上并没有引起英国同行们的足够重视。

1930年，天文学家们发现了另外一颗叫冥王星的行星。这时的太阳系内的行星数量增加到9颗，这其中自然包括地球在内。冥王星不仅离我们非常遥远，而且体积也非常小（它的体积比月球的体积还小）。2005年1月，天文学家们发现了另外一个类似行星的天体，它的距离比冥王星的距离更远，但是它的体积比冥王星的体积要大得多。天文学家们并没有把这个天体归类为行星。同时，天文学家们认为冥王星也不应被当作一颗行星。今后，当我们提到太阳系的行星时，我们只会提到八大行星。



然而，并非只有在太阳的周围有一些行星在绕转。天文学家们估计，在银河系中，周围有行星绕转的恒星大约有300亿颗。这些行星中的绝大多数离我们过于遥远，以至于我们无法观测到它们。但是，就像当年发现海王星的存在一样，我们同样可以通过许多其他的方法探测到它们的存在。1992年，第一颗太阳系以外的行星被发现。从那以后，100多颗同类的行星相继被发现。它们当中的绝大多数体积至少与木星的体积相当。同时，天文学家们也发现了体积与地球的体积大致相当的行星，例如，2006年1月被发现的行星OGLE-2005-BLG-390Lb。



## 谈奇说妙

太阳系中最新被发现的行星被正式称为2003 UB313。但是，发现这颗行星的天文学家迈克·布朗把这颗行星叫做齐娜星，他实际上是根据一部电视剧中的女勇士的名字来命名这颗行星的。他说：“我一直想用齐娜的名字来命名某个天体。”

近年来，天文学家们已经发现了围绕遥远的恒星进行绕转的许多行星。由于这些行星距离地球过于遥远，所以我们无法观测到它们。图中位于三叶星云附近的这颗行星是根据人们的想象绘制出来的。





# 巨大的宇宙

1920年，当时的天文学家分成了两派。其中的一派认为宇宙只包括银河系，另一派认为宇宙的范围要比银河系大得多。

争论的焦点集中在星云，也就是梅西耶和赫歇尔在18世纪时在星表中列出的光线灰暗的斑点。到1920年时，功能强大的天文望远镜已经向世人证明，许多星云包含大量的恒星。一些天文学家们认为，星云之所以看上去光线暗淡，是由于它们距离我们非常遥远。他们认为，星云实际上是一个个单独的星系，而星系本身像银河系一样是恒星的巨型组合体。当然，这些星系要比银河系远得多。另一些天文学家则提出了截然相反的观点，他们认为，星云只不过是银河系内部的一些由恒星构成的星团，它们的外表看上去非常灰暗。

解决这一争论的唯一办法是弄清楚星云到底距离我们有多远。对于这些非常遥远的天体而言，利用1838年贝塞尔所使用的视差移动的方法（见本书的17页）很难测算出它们的距离。解决这一难题最终要依靠一种被称为造父变星的特殊恒星，这种恒星是约翰·古德里克（John Goodricke, 1764—1786）在1784年发现的。造父变星实际上是一种变光星，它发出的光线会有规律地时而变亮，时而变暗。在20世纪初的时候，美国天文学家亨丽埃塔·勒维特（Henrietta Leavitt, 1868—1921）针对造父变星的光线变化所进行的研究取得了重大进展。她发现，恒星的亮度越大，它的亮度最大值出现的时间间隔越长。



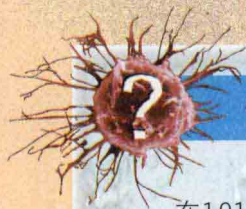
## 谈奇说妙

1877年，美国哈佛大学的爱德华·皮克林开始整理针对恒星的完整的目录。这意味着他需要分析和“计算”50万张天文图片。他招募了一群男人来帮忙，但是这些人总是不断地出错。皮克林气得大喊：“即使我家里的苏格兰女仆也会比你们这些人更出色。”他说到做到，干脆解雇了这些人，让家里的苏格兰女仆威廉敏娜·弗莱明来负责这件事情。弗莱明组织了一个由女性组成的团队，结果证明她们非常擅长于编撰目录。在这个过程中，她们还获得了许多重要的天文发现。这个团队当中就包括安妮·江普·坎农（Annie Jump Cannon, 1863—1941）和亨丽埃塔·勒维特。



天文学家们发现勒维特的发现与赫歇尔的观点有关。赫歇尔认为，一颗恒星的视亮度可以暗示出它的距离。如果一颗造父变星的亮度比另一颗造父变星的亮度低，而它们的亮度最大值出现的时间间隔完全相同，那么这颗造父变星的距离一定更加遥远。通过比较造父变星的距离和变光时间，我们完全可以计算出所有的造父变星的距离。

接下来，天文学家们只需要知道一颗造父变星的距离，就可以计算出其他全部造父变星的距离。1921年，美国天文学家哈洛·沙普利和丹麦天文学家埃希纳·赫茨普龙发现了这一距离。



## 恒星是如何分类的？

在1911~1915年间，安妮·江普·坎农一直在研究编制恒星的目录。她意识到，根据颜色和亮度的不同，恒星可以被分为7组。她分别用英文字母O、B、A、F、G、K和M来命名这几组恒星。代号为O的这组恒星不仅热度和亮度最高，而且颜色最蓝。代号为M的这组恒星不仅热度和亮度最低，而且颜色最红。这种恒星分类体系一直被沿用到今天。

安妮·江普·坎农是皮克林在美国哈佛大学天文台组织的恒星目录编撰团队的一员，在她编撰的目录当中，一共收集了超过35万颗恒星。





## 发现星系



哈勃发现，宇宙的范围实际上比人们想象的大得多，他还发现，宇宙在不断地膨胀。

一旦天文学家们研究出造父变星的距离，他们下一步只需要在星云中找到一颗这样的造父变星。这将使他们进一步了解到星云的距离。美国天文学家埃德温·哈勃（Edwin Hubble, 1889—1953）取得了这一重大天文发现。

哈勃在位于加利福尼亚州的威尔逊山天文台工作，这里有世界上体积最大的天文望远镜。1923年10月，哈勃利用一台巨型天文望远镜为M31星云拍摄了图片，这个星云也被称为仙女座星云。他利用3个晚上的时间对这个星云进行观测，结果在这个星云中观测到两个斑点，并判定它们一定是超新星（即刚刚诞生的恒星）。他还观测到第三个斑点，这个斑点在一些图片中可以找到，而在另一些图片中无法找到。所以，它一定是一颗造父变星。他终于在一个星云中找到了一颗造父变星！

哈勃发现这颗恒星的亮度变化的周期为1个月的时间，这意味着它的亮度一定非常惊人。实际上，它的亮度相当于太阳亮度的7 000倍。哈勃又利用勒维特的理论计算出这颗恒星的距离。计算的结果同样令人大吃一惊。

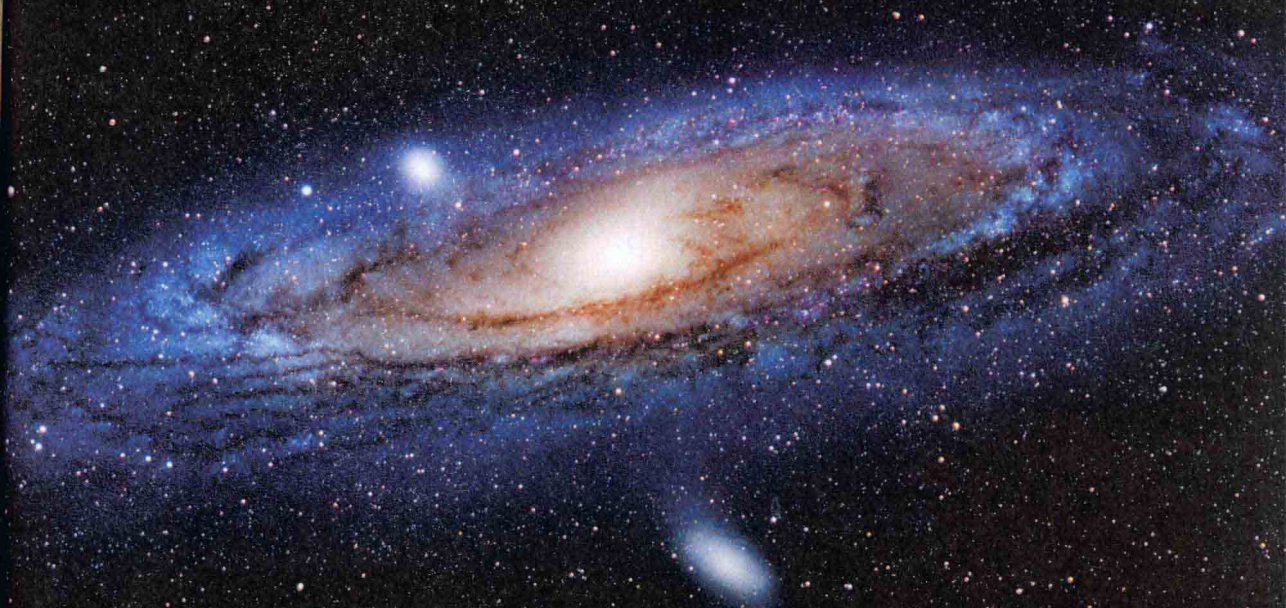
根据天文学家们先前的估算，银河系的直径大约为10万光年。而哈勃在仙女座星云中观测到的造父变星距离我们超过90万光年（目前，我们知道它距离我们230万光年）。这只能说明仙女座星云根本不在银河系的内部，而是一个位于银河系以外的星系。



## 什么是光年？

由于太空过于浩瀚，如果用千米作为单位来测算天体之间的距离，最终得出的数值必将非常大。所以，天文学家们使用光年作为单位来测算天体之间的距离。1光年是指光在1年当中所运行的距离。光的速度为每秒钟299 792千米（186 282英里）。光在1年中所经过的距离为9 459 724 032 000千米（5 878亿英里）。也就是说，1光年差不多相当于10万亿千米（6万亿英里）！



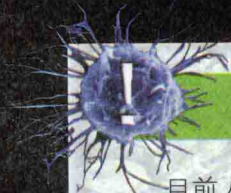


哈勃

发现，仙女座星云实际上位于银河系以外，它是一个由许多恒星组成的星系。这一发现证明了宇宙的浩瀚。仙女座是离我们最近的星系。即使这样，它与我们之间的距离也差不多达到了230万光年。

哈勃利用关于一颗恒星的几张照片，向世人证明了宇宙其实比人们想象的大100倍。哈勃也因此成名。

不久以后，天文学家们发现了更多的星系。他们发现，虽然一些由气体构成的星云位于银河系的内部，但是绝大多数的星云实际上是一些遥远的星系，这些星云都包含了数百万颗恒星。此后，我们发现，实际上，宇宙中有几十亿个星系，它们中的一些星系与我们的距离超过了100亿光年。现在，当人们提到“nebulae”一词时，他们指的是银河系中由气体和尘埃构成的云状物。



### 谈奇说妙

目前人类观测到的最远的星系被称为Abell 1835，它距离我们132亿光年！这意味着天文学家们观测到的光线，实际上花了132亿年的时间才到达地球。所以说，天文学家们观测到的光线实际上并不是那个天体现在发出的光，而是那个天体在132亿年前发出的光。当时，宇宙才刚刚诞生不久。



# 相对的宇宙

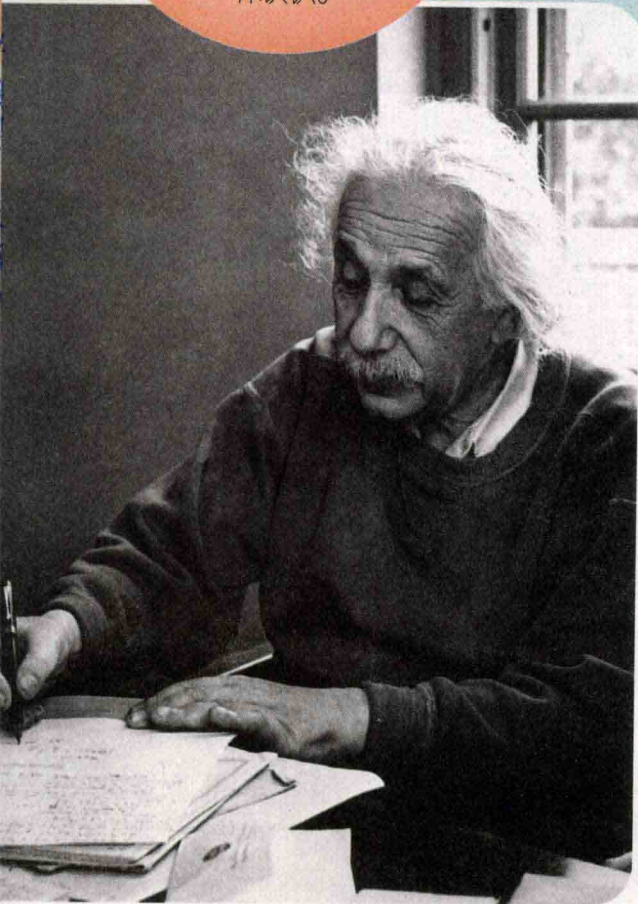
有一个人对哈勃发现的星系非常感兴趣，他就是伟大的德裔美籍物理学家阿尔伯特·爱因斯坦。

阿尔伯特·爱因斯坦1879年出生在德国的乌尔姆。他提出的理论使我们对宇宙的了解发生了根本性的改变。他不仅改变了我们对物质、能量、光线和引力的认识，而且改变了我们对时间和空间的整体认识。

1905年，爱因斯坦提出了狭义相对论，这一理论是建立在伽利略提出的相关理论的基础上的。伽利略当年提出，所有的运动都是相对的。换句话说，一个人只有在与一定的参照物进行对比的情况下，才能判断出自己是否处于运动状态。根据伽利略的描述，如果一个人呆在一艘船的客舱内，这艘船的客舱没有玻璃，当船平稳地行进时，他根本无法判断出自己是否处于运动状态。

据说，爱因斯坦曾经提出过这样的问题：如果一艘船以光的速度向前行进，那么你在镜子中的影子会发生怎样的变化呢？你能跟得上形成影子的光线吗？如果答案是肯定的，那么你的影子会消失，这是因为光线永远不可能以足够快的速度回到你的身边。这样一来，你一定会认为自己正在以光的速度进行运动。按照这种推理，显然伽利略的观点存在错误。

然而，爱因斯坦意识到，实际的情况并非如此。因为无论你的运动速度有多快，你的速度永远也赶不上光速。伽利略认为所有的运动都是相对的，这是正确的。不过，光线的运动是一种特殊的情况：光速是一种绝对速度，而不是一种相对速度。爱因斯坦把这一理论称为狭义相对论。







非常  
精确的时钟显示，时  
间在加速运行的航天器上  
会流逝得稍微慢一些，这与  
爱因斯坦的理论预言是一致  
的。这意味着当宇航员从太  
空返回地球时，他们要比  
在地球上年轻一  
点点。

接下来爱因斯坦意识到，如果光速是固定的，那么一定存在某种可变的因素，而这种因素就是时间和空间。换句话讲，时间和空间的变化代替了光速的变化。

我们在日常生活中并没有注意到时间和空间的改变所带来的效应，这主要是由于我们在时间和空间内的运行速度差不多是不变的。然而，后来的实验表明，时间和空间的改变所带来的效应是确实存在的。当物体像太空中的天体一样进行高速运动时，上面提到的效应就会表现得非常明显。



## 当物体的运动速度接近光速时，会出现什么样的情况？

根据爱因斯坦的理论，当物体的运动速度非常快时，会出现一些奇怪的情况。想象一下，你观测到一艘宇宙飞船正在加速行驶，它的速度已经接近了光速。对于飞船内的宇航员而言，一切情况完全正常。但是，对于正在地球上进行观测的你而言，你将注意到下面3种情况：

- (1) 宇宙飞船看上去变短了。
- (2) 随着时间的延伸，宇宙飞船上的时钟将会比平时走得慢，这种现象被称为时间延缓。
- (3) 如果可能的话，你会通过测量发现，宇宙飞船的重量增加了。

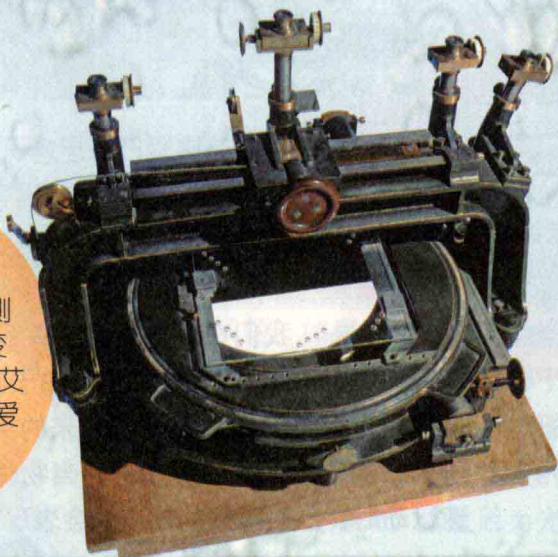




## 有没有证明相对论的办法？

爱因斯坦提出，有一种方法可以证明他提出的关于引力的理论。他指出，当太阳从一颗遥远的行星的前方经过时，天文学家们应该努力观测这颗恒星在视位置方面的细微改变。这种改变说明，由于靠近太阳的时空发生了弯曲，所以恒星发出的光线也发生了弯曲。1919年，由亚瑟·艾丁顿（Arthur Eddington）爵士率领的两个科研团队先后来到几内亚和巴西对日食（这是唯一可以观测到恒星接近太阳的时刻）进行了观测。科研团队拍摄的照片显示，正如爱因斯坦所预测的那样，恒星的位置看起来发生了改变。

图中的仪器是艾丁顿于1919年在日食发生时测量恒星位置的细微改变的仪器。实际上，当时艾丁顿正在努力地证明爱因斯坦提出的理论。



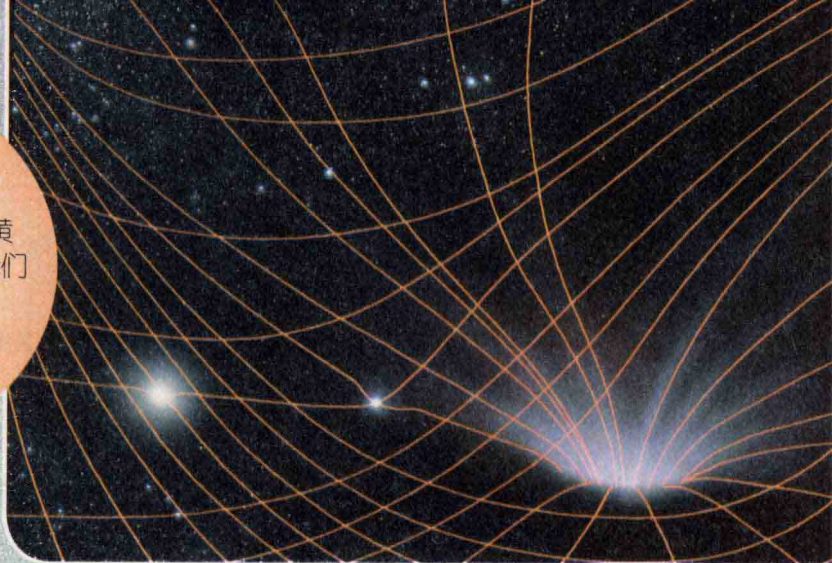
## 弯曲的空间

根据爱因斯坦提出的狭义相对论，空间和时间是不可分割的。人们往往认为，时间的存在与其他事物没有任何联系。然而，爱因斯坦认为，当一个人在时间中穿行时，他也同时穿行于空间当中。闵科夫斯基根据上述观点提出了时空的概念。时空拥有四个维度。换句话讲，它包括空间的三个维度和时间的一个维度。

爱因斯坦提出的狭义相对论适用于进行匀速运动的物体。爱因斯坦又根据时空的概念在1915年提出了广义相对论。在这一理论中，他解释了当物体改变自己的运动速度或运动方向时会发生什么情况。与此同时，他也提出了全新的引力理论。



这是  
想象中的时空  
结构的景象。在图  
中，我们可以看到橘黄  
色的网格线。另外，我们  
从图中显然可以发现，  
由于引力的作用，整  
个时空结构发生了  
弯曲。



爱因斯坦认为，引力并不是一种力量（而牛顿认为是一种力量），而是时空发生的扭曲。这种扭曲是由于质量和能量的存在而产生的。科学家们经常把时空想象为一块富有弹性且可以伸展的织物。现在假设一下将相当大的质量（如太阳）放在时空结构组成的“织物”上。如果我们将一个重重的保龄球放置在一个弹簧垫上，就会在弹簧垫上面形成一处凹陷。同样的道理，时空结构在上述条件下也会发生弯曲。如果再将一个较小的体积（如地球）放置在那个“织物”上，这个较小的体积将会进入较大的质量所形成的凹陷区域。不过，较小的体积所产生的冲量将使它不会完全掉入凹陷区域内。

爱因斯坦的理论拥有深刻的内涵。牛顿提出的引力理论适用于普通情况，而爱因斯坦提出的理论在极端引力的情况下也适用。在浩瀚的宇宙中，极端的引力是普遍存在的。



### 谈奇说妙

根据观测我们发现，水星在自己的运行轨道内发生了轻微的摆动。我们利用牛顿定律很难解释这种现象。19世纪的时候，天文学家们想知道在太阳的附近是否存在一颗体积很小且观测不到的行星在干扰水星的轨道。他们把这颗神秘的行星称为Vulcan，尽管没有人能够发现这颗行星。爱因斯坦利用广义相对论计算出水星的运行轨道，结果与实际观测到的情况完全一致。这样一来，就没有必要再去寻找Vulcan这颗行星了。在与体积巨大的太阳距离很近时，引力变得极为强大。此时，牛顿的理论已经不再适用，而爱因斯坦的理论依然适用。



# 不断膨胀的宇宙

埃德温·哈勃发现的众多星系，以及阿尔伯特·爱因斯坦在1915年提出的广义相对论，彻底改变了人们对宇宙原有的认识。接下来，人类又取得了更富有戏剧性的发现。

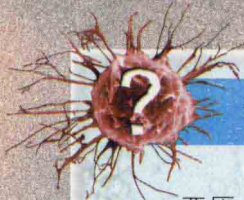
在爱因斯坦研究出相对论的理论以后，他非常希望将自己的理论应用于宇宙研究（这里所说的宇宙是指整个宇宙）。对整个宇宙进行计算是一项无法完成的巨大工程，爱因斯坦因此假设宇宙各个区域的特征完全一致。这样一来，他只需要研究一个很小的区域。

爱因斯坦的理论表明，引力可以使时空发生弯曲。其他的科学家们开始研究如何将这一理论适用于整个宇宙的范围；按照这一理论，太空将会变成什么形状？有一种理论认为太空的形状就像一个炸圈饼，可以观测到的宇宙就像一层壁纸一样分布在这个“炸圈饼”的内侧。

然而，爱因斯坦对他的计算结果并不感到满意。按照这些计算结果，宇宙中的所有物质最初将在引力的作用下聚集在一起，不过，由于雪崩效应迟早会出现，宇宙最终将会在一声巨响中结束自己的命运。这一理论显然是不正确的。那么，又如何证明宇宙一定是永恒不变的呢？爱因斯坦在他的计算结果中加入了一个数字来代表另一种力量，这种力量就是引力的反作用力，它可以把物质分开。他把这个数字叫做宇宙常数。







## 宇宙会发生怎样的变化？

亚历山大·弗里德曼认为，宇宙的命运将取决于宇宙包含了多少物质。如果它的密度过大，引力将会最终克服向外膨胀的力量。那样的话，宇宙将开始渐渐衰退。相反，如果宇宙的密度很低，它将会永远膨胀下去。当然，如果宇宙的密度介于二者之间，宇宙膨胀的速度将会趋缓，但是宇宙的膨胀同样不会轻易停下来。今天的科学家们同意上述分析，但是他们仍然无法确定宇宙究竟将面对怎样的命运。

乔治·勒梅特是一位比利时牧师。他提出，宇宙最初起源于一个单一的原子，这个原子后来发生了爆炸。这一理论为今天的创世大爆炸理论奠定了基础。

爱因斯坦提出的宇宙常数的确可以解释一些问题。但是，他本人也知道该理论还是存在一些漏洞。年轻的俄国数学家亚历山大·弗里德曼（Alexander Friedmann, 1888—1925）在1922年指出，如果不存在宇宙常数所暗示的力量，那么宇宙将会经历怎样的变化。他认为，如果真的不存在宇宙常数，那么宇宙之所以没有发生衰退的唯一原因在于宇宙受到了向外的张力的作用。他说，宇宙最初是一个体积非常小的点，然后不断地发生膨胀。在这一过程中，向外的张力实际上是引力的反作用力，这就好比一个被抛向空中的球一样。

认为宇宙会发生改变的理论是一种非常创新的理论，以至于连爱因斯坦也没有重视它的存在。3年以后，也就是在1925年，一位年轻的比利时牧师

乔治·勒梅特（Georges Lemaître 1894—1966）也独立地提出了类似的理论。和弗里德曼一样，勒梅特也认为，广义相对论是正确的，而宇宙常数理论是错误的。

他认为，在很久以前，所有的恒星都聚集在一个巨大的原子当中。后来，这个唯一的原子发生了分裂，进而不断地膨胀，并最终形成了今天的宇宙。这一理论同样没有引起爱因斯坦的重视。不过，爱因斯坦很快就为自己的草率而感到后悔了。





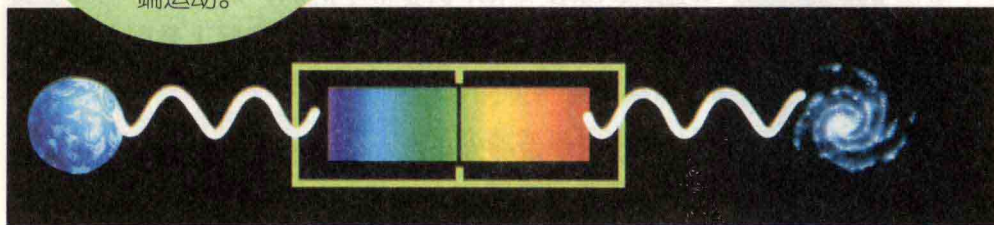
## 逃跑的星系

让我们再回到1842年，当时奥地利科学家克里斯蒂安·多普勒（Christian Doppler, 1803—1853）发现了一种在今天广为人知的物理效应。想象一下，你站在一条交通繁忙的道路边，听到了过往小汽车发动机的轰鸣声。随着这些车辆离你越来越近，发动机的轰鸣声越来越大。接下来，随着这些车辆渐渐地远去，发动机的轰鸣声越来越小。多普勒意识到，出现这种现象的原因是随着物质发出的声波靠近某个物体，它们会受到挤压，这就好比小船在水中产生的冲击波一样。此后，随着声波远离物体，它们又会被拉伸。

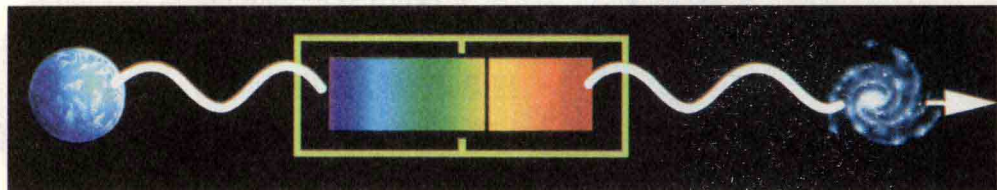
多普勒认为上述原理既适用于声波又适用于光波。

1868年，英国天文学家威廉（William）和玛格丽特·赫金斯（Margaret Huggins）发现，利用这一原理，可以研究出恒星究竟是靠近地球还是远离地球。如果一颗恒星向着地球的方向运动，光线会被压缩并变得更蓝，这种现象被称为蓝移。

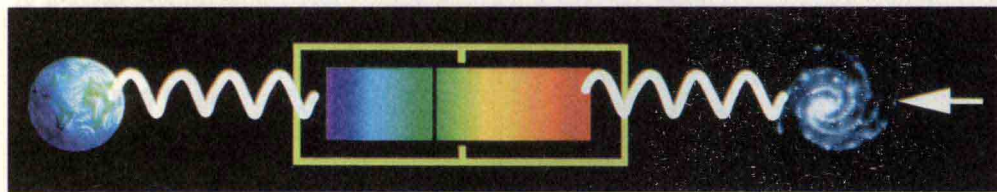
这幅图向人们展示了随着恒星位置的改变以及恒星自身的运动，恒星的光谱所发生的变化。这种变化表现在光谱中的某一条线是向着红色的一端运动还是向着蓝色的一端运动。



(1) 恒星相对于地球保持静止。



(2) 恒星远离地球，随着光波被拉伸，出现了“红移”现象。



(3) 恒星靠近地球，随着光波被挤压，出现了“蓝移”现象。



当一颗恒星远离我们的时候，它的光线在被拉伸的同时变得比原来稍微红一点，这种现象被称为红移。“红移”现象越明显，说明恒星的移动速度越快。

在1912—1917年间，美国天文学家维斯特·斯里弗尔（Vesto Slipher）研究了25个星云发出的光线。他发现绝大多数的星云发生了“红移”现象，这说明这些星云正在远离地球。后来，哈勃发现，绝大多数的这些星云其实是星系，于是开始对这些星系进行研究。在摄影师米尔顿·赫马森的帮助下，哈勃对许多星系的“红移”现象进行了分析。到1931年的时候，他们完成了对星系的“红移”现象的合作研究，他们的研究成果在当时轰动了整个天文学界。

显然，星系的“红移”现象主要和它们与地球之间的距离有关。星系离地球越远，它所经历的“红移”现象越明显，而且它的运动速度越快。最遥远的星系看起来以极快的速度远离地球，这一速度差不多相当于光速的 $1/10$ 。

这只能意味着一个道理，那就是宇宙并不是稳定和永恒不变的，而是快速向外膨胀的。这与弗里德曼和勒梅特的预言完全一致。爱因斯坦最终也接受了他们的观点。



### 谈奇说妙

你也许认为如果所有的星系都在远离我们，那么我们一定位于宇宙的中心。那你就错了。无论你在宇宙中位于什么位置，你都会观测到星系以同样的方式远离我们。这是因为星系实际上并不是在太空中穿行。相反，星系之间的太空在不断地膨胀。为了理解上面的原理，你可以在一个被吹起来一半的气球上贴上几颗小星星，用它们来代表星系。然后，再把气球吹大一点。这时，你会发现，随着气球体积的增大，那些小星星之间的距离开始逐渐地拉大，而实际上小星星在气球上的位置并没有发生改变。实际上，我们在这个实验中所使用的气球就相当于太空。



## 重新追溯宇宙的历史

针对哈勃关于宇宙正在不断膨胀的发现，天文学家们分成了不同的派别。一些天文学家认为，这恰好证明弗里德曼的观点是正确的。如果说宇宙正在不断地膨胀，那么它一定曾经比现在小得多。如果我们将时钟向回拨，拨到足够久远的过去，那时的宇宙就是一个体积非常小的点，这正是宇宙的起源。在宇宙形成的初期，好像发生了一次巨大的爆炸。正是由于这场爆炸，一些星系直到今天还在快速地运动。这一理论最终被命名为“创世大爆炸理论”。

其他的天文学家对这个观点的正确性并没有把握。他们提出的一个质疑是：哈勃提出的数据表明宇宙的膨胀速度非常快，以至于它的年龄只有18亿年，而这是不可能的。科学家们已经知道地球的年龄超过了40亿年。地球的年龄不可能超过整个宇宙的年龄。

在巨大的气体云中，新的恒星在不断地诞生。例如，在螺旋星系NGC 6946的粉色的区域内，就存在一些恒星。与此同时，其他一些恒星已经接近生命周期的尽头。体积最大的恒星在巨大的爆炸中亮度大增，它们也被称为超新星。在上面提到的星系中，已经发现了8颗这样的恒星。





创世大爆炸理论无法解释的另一个问题是：不同种类的化学元素究竟是怎样形成的？在接下来的20多年时间里，天文学家们针对这个问题展开了激烈的争论。

1946年，一个由3位科学家组成的科研小组提出了另一个观点。这3位科学家分别是：弗雷德·霍伊尔（Fred Hoyle, 1915—2001）、托马斯·高特（Thomas Gold, 1920—2004）和赫曼·邦迪（Hermann Bondi, 1919—2005）。他们提出的理论被称为“稳恒态宇宙理论”。他们并不认为宇宙最初很小，后来又不断地膨胀。他们坚持认为，星系的红移足以说明星系之间的宇宙在不断地膨胀。同时，他们认为，随着星系之间的宇宙不断地膨胀，它会渐渐地充满了新的物质。如果宇宙是无限的，那么在宇宙的任何一个角落，情况都是一样的，这也意味着宇宙实际上从未发生过改变。

这场争论还在继续。但是，当天文学家们开始再一次研究星系之间的距离时，创世大爆炸理论又流行起来。1952年，德国天文学家沃尔特·巴德（Walter Baade）指出：由于哈勃在比较造父变星时所选取的类型不对，所以他实际上大大低估了星系间的距离。如果真是这样的话，那么宇宙的年龄将翻一番。在接下来的10多年里，巴德的学生阿兰·桑德奇（Allan Sandage）又进一步证明，即使是巴德本人，也低估了星系间的距离。到1960年的时候，天文学家们已经知道，实际上，最遥远的星系离我们超过100亿光年。宇宙的年龄至少有100亿年，这一年龄足以保证拥有46亿年历史的地球的存在。



## 科学评论

剑桥大学的天文学家弗雷德·霍伊尔（Fred Hoyle）是创世大爆炸理论的最激烈的批评者。然而，正是他为这一理论起了对应的英文名字，即“the Big Bang”。1950年，当霍伊尔在BBC参与广播节目时，他谈到了一些关于宇宙形成的针锋相对的学说。在解释其中的一种理论时，他说：“宇宙在历史上的某个时间点经历了一场巨大的爆炸……在我看来，这个宇宙大爆炸（Big Bang）理论目前还无法令人感到满意。”虽然，当他提到“Big Bang”这个短语时，听起来很无礼，但是由于这种说法给人留下的印象太深刻了，以至于它最终被保留了下来。

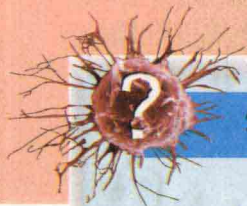


## 宇宙的形成

根据创世大爆炸理论，宇宙起源于虚无。那么，赞成这一理论的科学家们就必须解释宇宙中的化学物质究竟是怎样形成的。

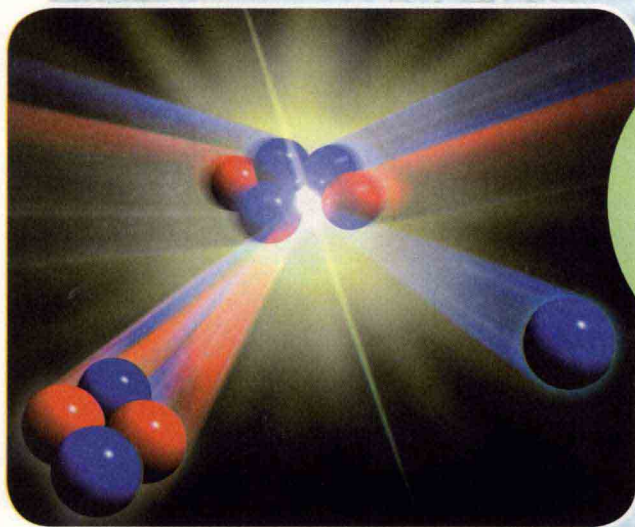
俄裔美籍科学家乔治·伽莫夫（George Gamow，1904—1968）和美国科学家拉尔夫·阿尔弗（Ralph Alpher，1921— ）决定研究在宇宙形成的最初时刻究竟发生了什么。如果你使用过自行车打气筒，你就会发现，随着空气被压缩，打气筒会变热。同样的道理，宇宙在形成的早期，由于被压缩得更加紧密，它的温度会升高。

伽莫夫和阿尔弗计算出早期宇宙的温度。根据我们目前的了解，由于当时的温度极高，所以不可能存在任何物质。



### 宇宙中的原子是如何形成的？

在宇宙中，由于原子核被压缩在一起并形成了新的组合，于是便产生了原子和新的化学元素。这一过程被称为核聚变。上述过程还可以为氢弹和恒星提供能量。像氢和氦等较轻的化学元素，在宇宙形成初期的大规模核聚变中就形成了。像氧和铁等较重的化学元素，要么是在恒星内部发生的核聚变反应中形成的，要么是在超新星爆炸的过程中形成的。



这是一幅计算机合成的图片，它反映了核聚变反应的过程。像氢和氦等较小原子的原子核（中心的核）经过核聚变反应，形成了新的原子。



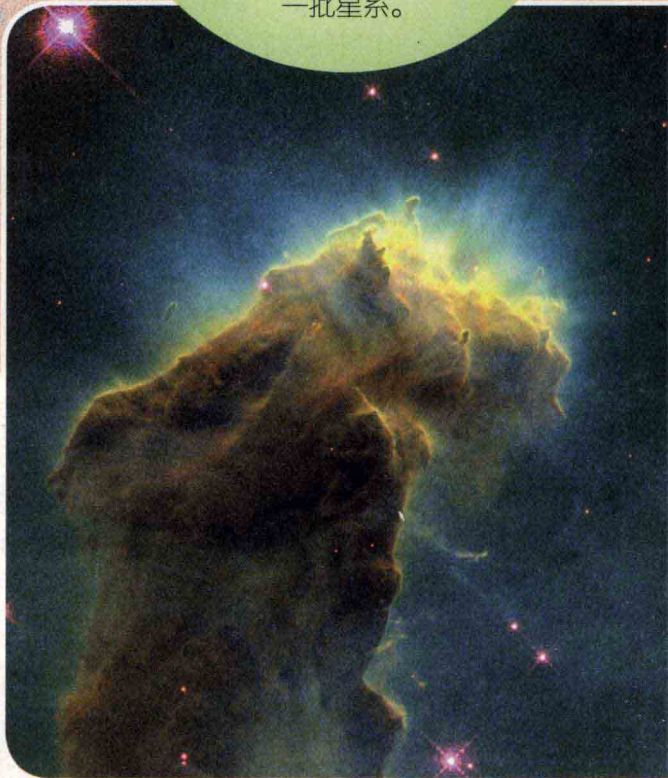
当时，原子也不存在。不过，在当时的宇宙中存在一种温度极高且密度极大的黏稠的物质，它们是由各种粒子构成的，而这些粒子正是后来形成的原子的组成成分。第一批原子一定是氢原子和氦原子。这些是体积最小且结构最简单的原子，它们占当时宇宙中粒子数量的99.99%。所有其他体积较大且结构更复杂的原子很有可能是在氢和氦通过不同的方式组合在一起时形成的。

为了保证各种粒子发生核聚变反应并最终形成原子，宇宙必须向外膨胀并降低自身的温度，但是降温的幅度不能过大。如果降温的幅度过大，原子就无法形成。实际上，根据伽莫夫和阿尔弗的计算，宇宙中的氢原子和氦原子只用不到5分钟的时间就形成了。

阿尔弗和罗伯特·赫曼共同计算出，宇宙在经过形成初期最关键的5分钟以后，继续向外膨胀，它的温度继续下降。虽然，很快温度下降到原子无法发生核聚变的程度，但是此时的温度实际上还是高到令人无法置信的程度。这时，就形成了等离子体。等离子体是物质的一种状态。由于它的温度过高，所以原子无法吸住电子。

由于等离子体的作用，在宇宙中形成了大量的光线。在自由电子的作用下，这时的光线变得非常分散，并最终形成雾状的特征。只有当宇宙发生膨胀并降低自身的温度时，电子才会附着在原子的周围。这时，雾状的物质渐渐地升起来，光线就可以畅通无阻地在宇宙中穿行了。阿尔弗和赫曼都认为上述过程发生在宇宙形成以后大约30万年的时候。

如图所示，新的恒星形成于漆黑的星云中。我们可以看到在星云中有一些看似手指的区域，在这些区域内，引力将看似球体的物质聚集在一起。当这些物质被压缩到一定的程度时，核聚变反应就发生了。于是，一颗新的恒星就此诞生。引力利用这种方式在宇宙形成的早期形成了第一批星系。





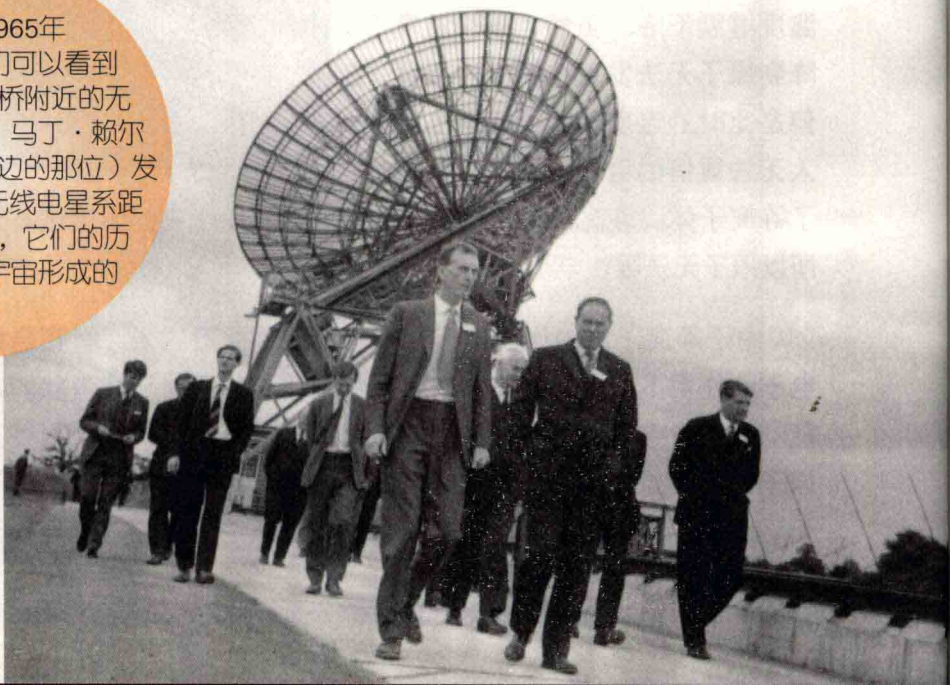
# 证明创世大爆炸理论的证据

1960年，天文学家们仍然分为两大派，一派支持创世大爆炸理论，另一派支持稳恒态宇宙理论。不过，在接下来的几十年时间里，人类所取得的3项重大的天文发现，使这场论战的胜负天平开始向支持创世大爆炸理论的一方倾斜。

在上面提到的3项重大天文发现当中，第一项就是人类对类星体的发现。类星体指的是一些非常明亮且非常遥远的星系。它还是一种特殊的无线星系。无线星系所释放出的物质绝大多数是无线电波，而不是光线。这些星系是在20世纪50年代被发现的。当时，天文学家们第一次意识到恒星有可能发出自然形成的无线电信号。

科学家们认为，无线星系的形成时间要早于绝大多数其他星系的形成时间。如果稳恒态宇宙理论是正确的，那么一些无线星系将会离地球很近。因为根据稳恒态宇宙理论，在宇宙的各个角落，星系的形成过程是一致的。反过来讲，如果创世大爆炸理论是正确的，那么这些无线星系将会离地球更远一些。由于星系最遥远的区域发出的信号到达地球所花费的时间最多，它们的历史可以追溯到宇宙历史的早期。1961年，剑桥大学的天文学家马丁·赖尔（Martin Ryle）发现，绝大多数的无线星系实际上距离地球非常遥远。这是一个能够证明创世大爆炸理论的有力证据。

在这  
张拍摄于1965年  
的照片中，我们可以看到  
一台建在英国剑桥附近的无  
线电天文望远镜。马丁·赖尔  
教授（中间前排右边的那位）发  
现，绝大多数的无线星系距  
离我们非常遥远，它们的历  
史可以追溯到宇宙形成的  
早期。





1963年，人类获得了又一项更令人感到惊喜的天文发现。当时，一位名叫马丁·施密特（Martin Schmidt）的天文学家正在研究无线电星系3C 273。这个无线电星系发出了非常强烈的信号。同时，它发出的光线非常明亮，即使用普通的望远镜也可以观测到。产生无线电信号的光源通常是遥远的星系。但是，3C 273发出的信号太强了，而且它发出的光线太明亮了。所以，施密特起初一度认为这是一颗距离地球很近的恒星。

接下来，施密特进行了一次红移实验。实验的结果让他感到非常惊讶。实际上，3C 273正在以极快的速度远离地球，这一速度相当于光速的1/6。天文学家们以前从未观测到任何天体运动得如此之快。施密特进而得出结论：这是人类已经观测到的最遥远的天体，它与地球之间的距离已经超过了10亿光年。所以，它根本不可能是地球附近的恒星。它实际上是一个遥远的星系，在亮度方面，它要超出任何已知星系数百倍。

天文学家们把3C 273称为类星体。很快，他们又发现了几个更遥远、更明亮的类星体。在宇宙的边缘区域发现这些独特的星系进一步有力地证明了创世大爆炸理论。



这是类星体  
PG00052+251，它大约距  
离我们14亿光年。它被一个由  
恒星构成的螺旋星系所包围着。  
当数不清的恒星被吸入位于星系  
核心的超级巨大黑洞当中时，一  
道亮度极高的光线就会照射出  
来。实际上，类星体就是  
这样形成的。



## “quasar”一词的含义是什么？

“quasar”是“quasi-stellar radio object”（即类恒星无线电天体）的缩写形式。“stellar”一词可译为“类似恒星的”。科学家们之所以把一类天体命名为“类星体”，是由于虽然它们实际上是非常遥远的星系，但是它们非常明亮以至于看上去就像位于地球附近的恒星一样。



## 创世大爆炸理论的“回音”

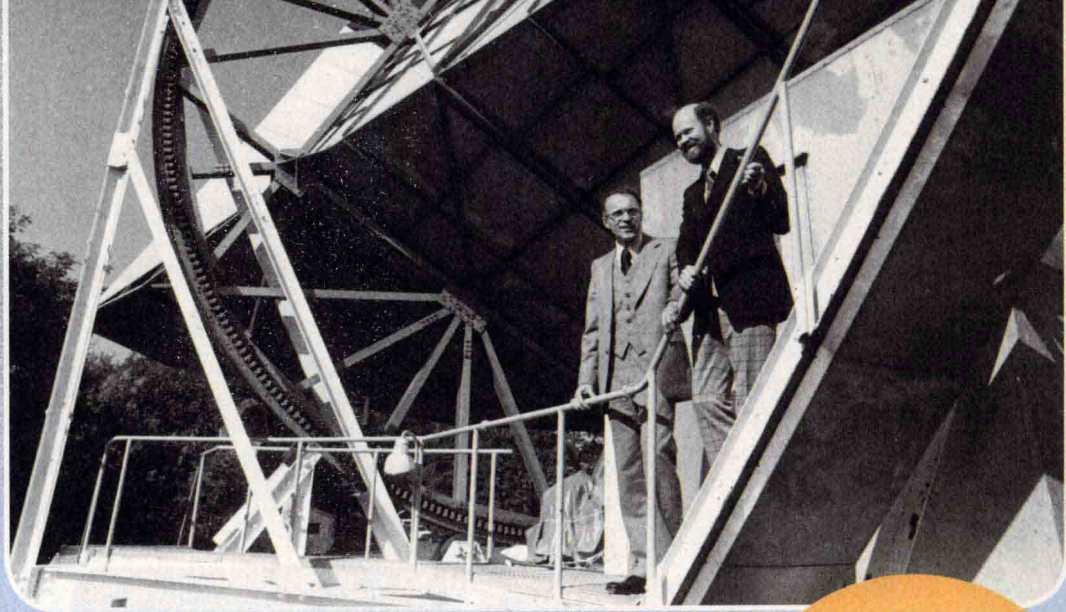
让我们再回到20世纪40年代，当时阿尔弗（Alpher）和赫曼（Herman）得出结论，如果真的发生过创世大爆炸，那么在宇宙形成的早期，宇宙中一定充满了一种由光线构成的雾。在创世大爆炸发生以后，这种雾在经历了大约30万年以后才最终消散。不过，阿尔弗和赫曼同时认为，由如此强烈的光线所组成的雾，即使在今天也应该留下一定的痕迹，这种痕迹应该是一种非常暗淡的光线。他们认为这种光线不可能是可见光。同时，这种光线所产生的波在经过拉伸以后会变成微波。这两位天文学家还提出，如果我们能够发现来自宇宙各个方向的很弱的微波，它们也将成为证明创世大爆炸理论的有力证据。

当时，其他的天文学家并没有对上述观点继续进行研究。到了20世纪60年代，阿尔诺·彭齐亚斯（Arno Penzias）和罗伯特·威尔逊（Robert Wilson）开始利用位于美国的新泽西州的贝尔实验室的无线电天文望远镜对上述理论进行研究。无线电天文望远镜实际上是一种无线电接收器，人们将它的频率调好，接收来自天空的无线电信号。由于无线电信系发出的信号非常微弱，所以彭齐亚斯和威尔逊在进行正式观测之前，先要将所有的干扰信号滤除。不过，令他们感到非常烦恼的是，他们总是能听到一些细微的“白噪音”，这种噪音很像我们在听收音机调台时听到的嘶嘶声。

在新泽西州的贝尔实验室，技术人员将天文研究同电信技术的研发结合起来。在这张拍摄于1954年的照片中，我们可以看到一个形状酷似勺子的电话，这个装置同时发挥着电视天线的作用。



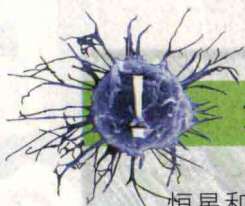




两个研究人员想尽了一切办法，也没能将这种嘶嘶的声音滤掉。他们曾经一度认为，是鸽子的排泄物产生了这种干扰。很快，他们成了打鸽子的高手。但是，他们最终意识到这种干扰与鸽子毫无关系。

1964年，一位天文学家告诉他们，根据普林斯顿大学的天文学家罗伯特·狄克（Robert Dicke）和詹姆斯·皮布尔斯（James Peebles）的研究，创世大爆炸一定在宇宙中留下了一种微波信号，他们将这种微波信号称为宇宙微波背景（CMB）。狄克和皮布尔斯并没有意识到：早在15年前，阿尔弗和赫曼就已经提到过这一点。彭齐亚斯和威尔逊在听说了宇宙微波背景这一理论以后，马上意识到那种嘶嘶的声音实际上是创世大爆炸留下的微弱回音，它来自于宇宙的各个角落。

当彭齐亚斯和威尔逊在贝尔实验室使用这个天线进行天文研究时，他们无意中发现了宇宙的微波背景辐射。这一发现为创世大爆炸理论的成立提供了关键的证据。



### 谈奇说妙

恒星和星系不仅会发出可见光，它们还会发出不可见光，如X射线和无线电波。人们利用特殊的天文望远镜，可以发现它们的存在。科学家们通过对这些不可见光的研究，对宇宙有了更多的了解。无线电望远镜看起来就像巨大的圆盘，它们被用来收集自然形成的无线电信号，这些无线电信号是由某些恒星和星系发出的。无线电天文学使天文学家们对星云的中心区域有了更多的了解，星云的中心区域正是恒星诞生的地方。



## 了解宇宙的起源

当彭齐亚斯和威尔逊发现了宇宙微波背景时，绝大多数的天文学家都相信，宇宙微波背景是创世大爆炸在宇宙中留下的光线。然而，天文学界对此还存在一个疑问，那就是：既然宇宙微波背景看上去是完全光滑的，那么就意味着它没有经历过任何结构上的改变。那么，恒星和星系又是怎样形成的呢？同时，天文

学家们认为，如果宇宙微波背景真的是创世大爆炸留下的余晖，他们应该观测到波纹状的结构。

如果没有这种波纹状的结构，宇宙的基本结构就无法形成。

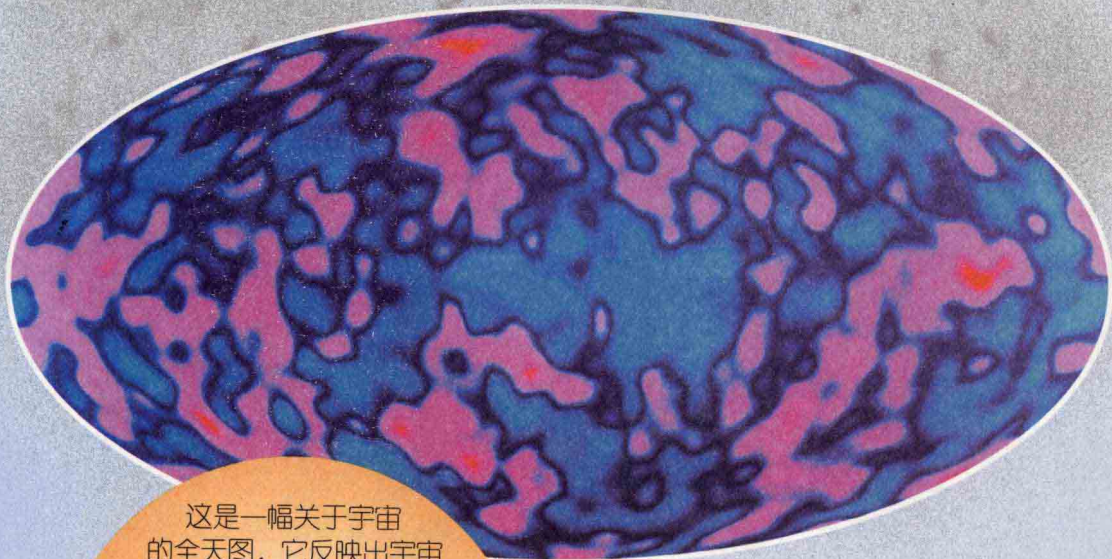
一些在太空中运行的卫星装有太空望远镜。这些位于地球大气层上方的望远镜为人们了解宇宙提供了大量的信息。图中是著名的哈勃太空望远镜，它是在1990年被发射升空的。



### 人类为什么要在太空中放置望远镜？

透过地球的大气层对太空进行天文观测，就好比通过结了霜的玻璃窗向外看一样。天文学家们之所以在绕地飞行的卫星上安装天文望远镜，主要是为了在进行天文观测时获取更加清晰的观测效果。到目前为止，人类已经在太空中放置了多台天文望远镜。





这是一幅关于宇宙的全天图，它反映出宇宙在不同方向的状态。从图中我们可以发现，宇宙微波背景各部分之间存在温度的细小差别，“宇宙背景探测器号”卫星提供的数据也证明了这一点。天文学家们利用计算机对上述温度变化进行了分析，结果真的发现了不明显的波纹状结构，从而有力地证明了创世大爆炸理论。

加利福尼亚州的天文学家乔治·斯穆特（George Smoot）下定决心找到这些波纹状的结构。然而，由于它们的光线非常暗淡，变化多端的地球大气层已经将它们完全挡住。为了超越地球大气层的限制，斯穆特在20世纪70年代利用气球发射了许多高空探测器，后来他还利用在高空飞行的飞机进行了相关探测活动。不过，他利用上述方法在宇宙微波背景中没有发现任何变化。所以他意识到，为了把这个问题弄清楚，唯一的办法是利用卫星将探测器放置在太空当中。



## 科学评论

科学家们利用“宇宙背景探测器号”卫星传回的数据得出了新的结论。当这一结论被正式公布时，各界的反应是极富戏剧性的。乔治·斯穆特说：“……这就好像看到了上帝的脸。”英国著名科学家斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）说：“这一发现即使算不上是整个人类历史上的重大发现，也一定是本世纪的一个重大发现。”《新闻周刊》杂志的大字标题为“这简直是上帝的书法”。

斯穆特和他的团队在经历了几次挫折以后，终于在1989年将“宇宙背景探测器（COBE）号”卫星发射升空。在接下来的两年时间里，这颗卫星对整个太空进行了扫描，收集了所有的微波信号。然后，专家们又花了4个月的时间对探测的结果进行了分析。1992年4月23日，斯穆特向全世界公布了他的团队的科研成果。他们确实发现了人们一直寻找的波纹状结构，这种结构的光线非常暗淡，但是它们的确存在于宇宙之中。



# 黑洞和创世大爆炸理论

牛顿提出的引力定律适用于日常生活中的绝大多数现象。而爱因斯坦提出的广义相对论则暗示：在极端引力的条件下，物质的运动规律是截然不同的。

1916年，德国天文学家卡尔·史瓦兹施尔得（Karl Schwarzschild, 1873—1916）利用爱因斯坦的理论证明了当一颗体积巨大的恒星将核心区域的燃料耗尽时所出现的情况。根据他的推理，恒星在自身引力的作用下会发生衰变，它的密度会越来越大。最终，当它的密度极大时，它的引力也会变得极大，以至于包括光线在内的任何物质都无法摆脱它的引力。于是，太空中就形成了黑洞。

起初，几乎所有的天文学家都对黑洞理论不感兴趣。到了20世纪60年代，英国的两位天文学家罗杰·彭罗斯（Roger Penrose）

和斯蒂芬·霍金研究出了一种关于黑洞的理论。他们认为，每一个黑洞都拥有一个边缘区域，一旦物质进入这个区域，将再也无法返回，这个区域被称为视界。在这个区域以外，时间将没有任何意义，光线也将无法逃脱。在黑洞的中心区域，有一个极其微小的点被称为奇点。对于奇点而言，时间和空间已经合二为一。

1967年，天文学家们又发现了一种体积极小且密度极大的恒星，这种恒星被称为脉冲星。于是，一些人开始认为，黑洞也许并不仅仅是一种理论，而很有可能是一个现实。很快，科学家们获得了一些令人激动的天文发现，从而最终证明了宇宙中的确存在黑洞。



## 什么是脉冲星？

1967年，天文学家乔瑟林·贝尔（Jocelyn Bell）捕捉到来自恒星的强烈的无线电脉冲信号。这些信号非常有规律，以至于看起来好像是外星人发出的。在一段时间内，人们开玩笑地把它称为“小绿人”（LGMs）。当人们捕捉到更多的无线电脉冲信号时，人们意识到，显然，这些有规律的信号是一些体积极小但密度极大的恒星发出的，这些恒星正在高速地旋转。它们本来是一些体积超级巨大的恒星，后来由于发生了衰变，体积越来越小，最终，它们的直径仅为10千米（6英里）。同时，这些恒星所包含的原子被挤压成一种被称为中子的很小的原子微粒。这些微粒的密度极大。实际上，一勺中子的重量可以达到100亿吨！





在这幅插图中，我们可以看到一个由尘埃构成的黑色星云，它的形状酷似一个油炸圈饼，围绕一个巨大黑洞进行旋转。当它进入黑洞的时候，气体和尘埃所发出的炙热形成了一束橘黄色的光线。同时，强大的气流（在图中显示为蓝色）从黑洞的另一端喷射出来。

当一颗古老巨大的恒星发生爆炸并变成超新星时，一些黑洞就形成了。接下来，它会经历自身的衰变。在包括银河系在内的绝大多数星系的核心区域内，存在体积较大的黑洞，这些黑洞被称为巨大黑洞。它们包含了几十亿颗恒星的质量。另一方面，科学家们利用一种叫粒子加速器的巨型机器制造出体积极小的黑洞。

彭罗斯和霍金开始研究黑洞的奇点。霍金的洞察力非常敏锐，他通过研究黑洞的衰变来研究宇宙的起源。如果创世大爆炸和黑洞在形成过程方面正好相反，那么宇宙最初一定是一个奇点。这实际上为天文学家们研究宇宙的最初时刻提供了一种数学方法。



## 超级膨胀的宇宙

1979年，美国物理学家阿兰·古思（Alan Guth）提出，在宇宙诞生以后的一瞬间，引力发挥了相反方向的作用。换句话说讲，它努力将物质分开。他的理论被称为宇宙膨胀理论。根据这一理论，这种相反方向的力量使宇宙以惊人的速度发生膨胀，并最终拥有相当巨大的体积，这一体积要远远超过今天我们所看到的宇宙的体积。大家可以想象一下，一粒沙子在一万亿分之一秒内就可以经过膨胀演变成与银河系体积相当的物质。不过，与宇宙的膨胀速度相比，这粒沙子的膨胀速度还是慢了一些。

在古思所描述的快速膨胀的宇宙中，人们找不到那些他们非常熟悉的物质或能量。但是，他们可以发现一个由反向引力提供能量的能量场。宇宙在不断膨胀的同时，温度开始渐渐降低。随着温度的降低，一些今天为人们所熟知的物质和能量开始形成，引力也变成了我们所熟悉的力量，即吸引物质的力量，这种力量使宇宙的超级膨胀最终停了下来。上述过程是在一瞬间完成的。

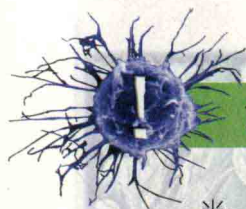
星系  
的类型可以分成  
几种，这其中就包括  
像银河系这样的螺旋星  
系。这些巨大的星系在旋  
转的时候看上去就像美丽  
的烟花一样，它们诞生  
于宇宙生命周期的前  
10亿年间。





宇宙膨胀理论解决了创世大爆炸理论给人们提出的两个问题：一个就是如何理解宇宙的视界，另一个就是宇宙为什么看上去是平的。视界的问题实际上与宇宙微波背景（CMB）有关。在研究宇宙微波背景时，我们发现宇宙各个区域的温度几乎是完全一致的。既然这些区域的温度如此相似，它们一定曾经相互联系在一起。这就好比在你的眼前分别放着一杯热水和一杯凉水，它们的温度完全不同。现在，将这两杯水混合在一起。最终，混合以后的水将只有一个温度，这个温度介于热水的温度和凉水的温度之间。根据标准的创世大爆炸理论，如果宇宙在渐渐地膨胀，那么宇宙的远端一定由于距离其他区域过于遥远而无法完成热量的交换。在这些遥远的区域，无法观测到其他的区域。同样，在其他的区域，也无法观测到这些遥远的区域，这就是所谓的“视界”。宇宙高速膨胀的理论实际上帮助人们解答了上面这个问题。

宇宙为什么看上去是平的，这一关于宇宙形状的疑问与20世纪20年代弗里德曼提出的观点有关。根据弗里德曼的理论，宇宙的形状取决于宇宙中物质和能量的密度（见本书的29页）。天文学家们的观测结果暗示宇宙是平的。如果实际情况真的是这样，那么宇宙所包含的物质或能量的密度一定是相对恒定的。如果这一密度再增加一点点，那么宇宙就会向内弯曲；反过来，如果这一密度再减少一点点，那么宇宙就会向外伸展。科学家们怀疑，普通的引力是否能够维持上面的平衡状态。关于宇宙膨胀的反向引力看起来帮人们解答了这个问题。由于宇宙膨胀的速度极快，再加上宇宙经过膨胀体积变得极大，所以我们观测到的宇宙是平的。同样的道理，当一个人在地面上对地球进行观测时，他会觉得地球是平的。



### 谈奇说妙

当一堆堆的宇宙物质被引力吸引到一起时，就形成了星系。然而，科学家们认为，在宇宙形成的最初时刻，整个宇宙的密度是一致的。那么，宇宙物质又是怎样聚集成堆的呢？根据宇宙膨胀理论，这些成堆的宇宙物质最初是一些体积极其微小且分布杂乱无章的宇宙物质的变体。宇宙的膨胀将它们聚集在一起，并最终形成了特定的天体结构，从而为星系的形成奠定了基础。



# 黑暗的宇宙

20世纪30年代，瑞士裔美籍科学家弗里兹·扎维奇（Fritz Zwicky, 1898—1974）发现了一些奇怪的天文现象。当时，他正在研究后发座星团，这是一个由许多星系构成的巨大的星团，这些星系距离地球超过3亿光年。

美国天文学家薇拉·露苹（Vera Rubin）在20世纪70年代研究了螺旋星系旋转的速度，她的研究成果有力地证明了暗物质的存在。



与行星和星系一样，整个后发座星团进行整体旋转。但是，扎维奇发现，由于这个星团的旋转速度过快，星团中的物质所产生的引力不足以使整个星团保持它的整体性。扎维奇暗示，既然那些星系没有被甩到太空当中，那么在这个星团中一定存在大量的无法观测到的宇宙物质，正是它们所产生的引力使众多星系能够聚集在一起。科学家们把这些无法观测到的物质称为暗物质。

在一段时间内，几乎所有的天文学家都对暗物质不感兴趣。到了20世纪70年代，这种情况发生了改变。天文学家薇拉·露苹和詹姆斯·皮布尔斯（James Peebles）开始研究星系的旋转曲线。通过对这种旋转曲线的研究，我们可以发现，随着恒星与星系中心区域之间的距离的变化，恒星的旋转速度也在发生改变。根据开普勒定律，对于距离中心区域更远一些的恒星而言，它们的运动速度应该越来越慢。然而，位于星系边缘区域内的恒星与位于星系中心区域内的恒星实际上在运动速度方面是完全一样的。针对上面的现象，唯一的解释就是：这些恒星并不在星系的边缘区域内，而是位于一个由暗物质构成的范围更广的盘状天体内。



## 谈奇说妙

针对暗物质，有一种理论认为：它们不可能聚集在一起并最终形成恒星，它们是完全静止的。它们实际上是一种非常稀薄的气体。恒星和行星会快速地从暗物质中穿过。这时，它们好像穿过了一层雾一样。我们的太阳系会以每秒钟220多千米（140英里）的速度从雾状的暗物质中穿过。由于暗物质微粒的体积非常小，所以当地球进行旋转时，它们会与我们擦肩而过。实际上，在每1秒钟，都会有10亿个暗物质微粒与我们擦肩而过。



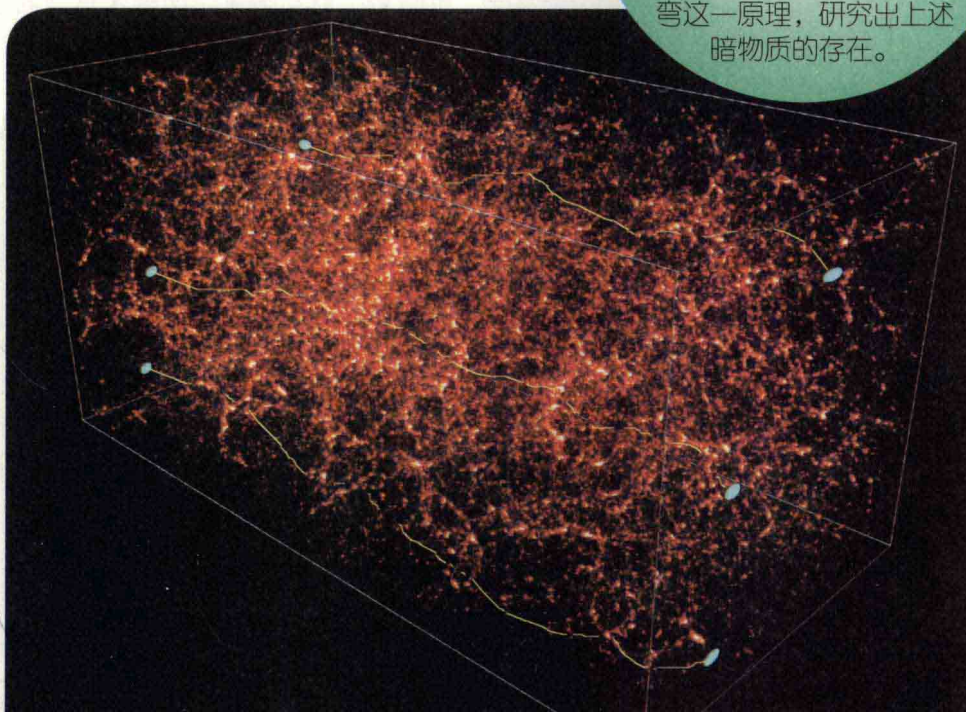


## 什么是MACHOs和WIMPs?

一些天文学家把星系光环中的暗物质分为MACHOs和WIMPs两大类。MACHOs是指致密暗天体，绝大多数的致密暗天体是由黑洞、燃尽的恒星和体积与木星相当的行星组成的。这些天体其实与普通的宇宙物质非常类似，只不过它们不能发光。WIMPs是指弱相互作用重离子，它们是人类完全不了解的一种宇宙物质，它们是由科学尚未了解的微粒构成的。

今天，人们已经知道，每个星系中的所有恒星都位于巨大的光环中，这些光环是由暗物质构成的，它们所占据的范围已经超出了人们可以观测到的星系的边缘。这个由恒星构成的盘状物就好比将一个面包切成两半，然后在中间撒上一层胡椒粉，当然，这个“面包”是由我们无法观测到的暗物质构成的。实际上，暗物质在数量方面很可能相当于可观测到的物质的6倍或7倍。这也意味着，实际上，宇宙中的绝大多数物质是我们无法观测到的。我们之所以意识到它们的存在，完全是由于它们所产生的巨大的引力效应。

杨尼克·梅利耶  
(Yannick Mellier) 和他的科研团队在法国研究出，在距离我们10亿光年的一个宇宙区域内存在暗物质（图中红颜色所代表的物质）。他们根据暗物质所产生的引力可以使恒星发出的光线（图中黄色线）变弯这一原理，研究出上述暗物质的存在。





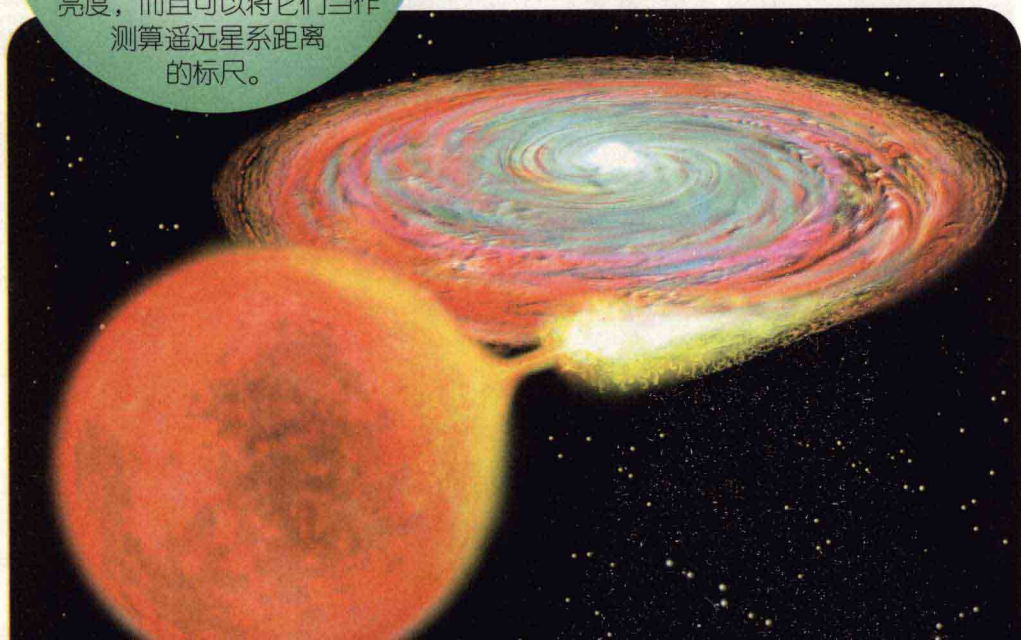
## 暗能量

当爱因斯坦进一步研究自己提出的广义相对论时，研究结果令他感到非常吃惊。研究结果暗示，在引力的作用下，整个宇宙会经历大坍缩。为了抵消引力的上述影响，一定还存在另一种抵消引力的力量，于是爱因斯坦引入了宇宙常量。当哈勃发现宇宙在不断地膨胀时（见本书的22页），爱因斯坦高兴地放弃了自己原来的观点。同其他的天文学家一样，爱因斯坦也认为，创世大爆炸可以产生足够的冲力，进而抵消了引力，并保证宇宙不断地膨胀。

天文学家们认为，宇宙的最终命运取决于它所包含的宇宙物质的数量。一旦这些宇宙物质的数量超过了一定的限度，它们所产生的引力将会使宇宙的膨胀最终停下来。接下来，宇宙将不断地收缩，并最终经历大坍缩。实际上，那将是一个与创世大爆炸截然相反的过程。大量暗物质的发现使上述理论成立的可能性大增。

当一颗正在衰变的古老恒星的气体残留物落在伴星的表面时，将会引发灾难性的巨大爆炸，这时，无比明亮的1a型超新星便形成了。由于燃烧，它们会变得超级明亮。天文学家们不仅可以预测出它们的亮度，而且可以将它们当作测算遥远星系距离的标尺。

1998年，天文学家所取得的一个重大发现改变了这一切。当时，他们正在研究一种正在发生爆炸的超级明亮的恒星，这种恒星被称为超新星。令天文学家们非常关注的是1a型超新星。

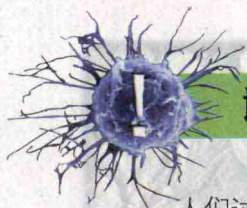
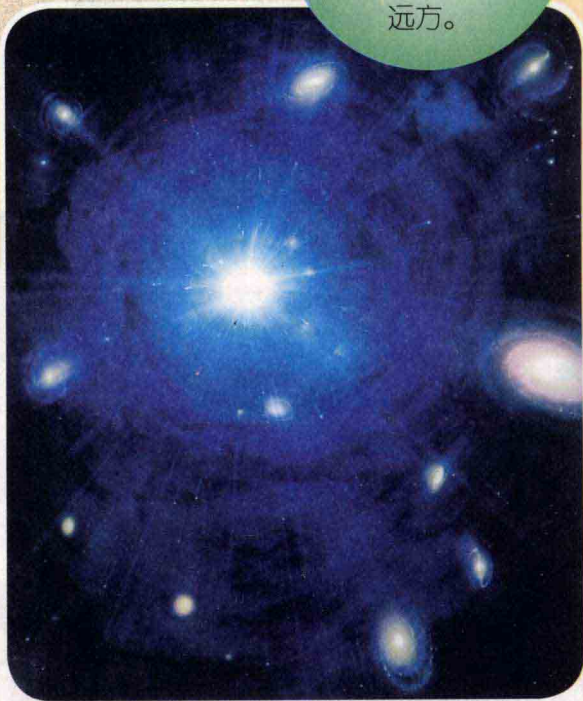




由于1a型超新星非常明亮，所以即使它们分布在最遥远的星系当中，天文学家们也可以观测到它们。它们的燃烧时间非常短暂，而且它们的亮度都会经过变化的过程。这意味着，通过观测它们的亮度，很容易测算出它们与地球之间的距离。通过对它们的红移现象进行研究，很容易测算出它们的运动速度。当天文学家们把超新星的运动速度同它们的距离进行对比时，他们得出了一个惊人的结论：实际上，宇宙膨胀的速度不仅没有变慢，反而变快了。至少在过去的70亿年里，这一趋势一直在持续着。看起来，宇宙在不断膨胀的过程中已经将自己分成了几部分。

这是一幅想象出来的早期宇宙的示意图。许多星系在暗物质的作用下被推向远方。

天文学家们开始意识到，爱因斯坦提出的宇宙常数是正确的。宇宙中的确存在一种抵消引力的排斥力。他们将这种排斥力称为暗物质。实际上，众多星系并非只是随着宇宙的不断膨胀彼此远离对方，而是在暗物质所产生的推力的作用下彼此远离对方。这种排斥力的本质属性是非常神秘的。所以，一些科学家认为将这种力量称为“物质”是不对的。无论怎样，这种排斥力的效应是客观存在的。看起来，宇宙将会一直膨胀下去。直到有一天，宇宙中所有的物质由于过度地膨胀而最终不存在了。



### 谈奇说妙

人们过去认为，一旦将宇宙中所有的物质拿走，整个宇宙将变得空荡荡的，甚至将不再是宇宙了。一些天文学家现在认为，这种观点是不正确的。他们认为，“空荡荡的宇宙”本身就是暗物质。他们同时认为，在“空荡荡的宇宙”当中，如果将两个微粒紧紧地放置在一起，暗物质所产生的压力会将它们分开。



# 使物质聚在一起

爱因斯坦提出的广义相对论向人们解释了在较大的层面上引力是如何发挥作用的。爱因斯坦预言：随着星团的移动，它们会在时空结构上留下波纹状的结构，这种波纹状的结构被称为引力波。科学家们相信，引力和光线一样，可以呈现出波的形态。

物理学家们发现，一些体积非常小的微粒携带着宇宙中另外3种基本力量，这3种力量就是电磁力和将原子核聚集在一起的两种力量。他们认为，一定存在一种被称为引力子的微粒。但是，它所产生的引力是非常微弱的，只不过由于行星和恒星的体积非常大，所以它才会产生如此大的物理效应。

## 粒子

加速器实际上是空间巨大的圆形隧道。

在这里，一些亚元子微粒在电磁的作用下加速运转，当它们的速度达到极大时，它们就会被完全粉碎。科学家们通过研究微粒被粉碎后的残留物，了解到这些微粒的构成。在图中，一位技术人员正在欧洲粒子物理研究中心研发的加速器的一个隧道内进行工作，这台加速器位于瑞士境内。





引力子的体积一定非常微小，以至于科学家们在将来很有可能永远不会发现它们。然而，科学家们也许能够成功地发现引力波。不过，即使是发现引力波，也是难度极大的任务。在位于瑞士的欧洲粒子物理研究中心实验室工作的科学家们为了寻找引力波，设法使粒子加速运动并发生碰撞，粒子的运动速度已经接近了光速。他们说，这项科研任务就好比在地球和太阳之间设法寻找一根头发丝一样，难度极大。



### 谈奇说妙

科学家们认为，最有可能成为“万物的理论”的是“超弦理论”。超弦实际上是一种能量，它们的体积极其微小。按照超弦理论，几乎所有的物质都是由超弦构成的。正如一根小提琴的琴弦可以演奏出不同的音符，一根超弦可以通过不同方式的振动，形成构成宇宙万物的不同类型的微粒。但是，这种理论目前还仅仅停留在数学分析的层面上。到目前为止，没有任何人曾经观测到过超弦。将来，可能也不会有人观测到超弦的存在。

如果我们能够找到引力子，将有利于我们理解宇宙中的4种基本力量，而它们正是量子动力学研究的主要内容。量子动力学是物理学的一个重要研究领域，它在很小的层面上研究物质。具体说来，它主要研究原子及体积更小的粒子。这与相对论形成了鲜明的对比，相对论是在很大的层面上研究物质。换句话说，它研究的是行星、恒星和整个宇宙。

但是，相对论和量子动力学理论是完全矛盾的。根据量子动力学，在很小的层面上，物质变化的结果是团状物或量子。在这一层面上，物质的变化没有任何必然性，这种变化的形成仅仅在于它们出现的概率最高。这与相对论和牛顿

定律的观点是截然不同的。根据相对论和牛顿定律，在较大的层面上，物质的变化存在一定的必然规律。也就是说，这种变化不仅在数学上存在一定的精确性，而且在逻辑上存在一定的必然性。

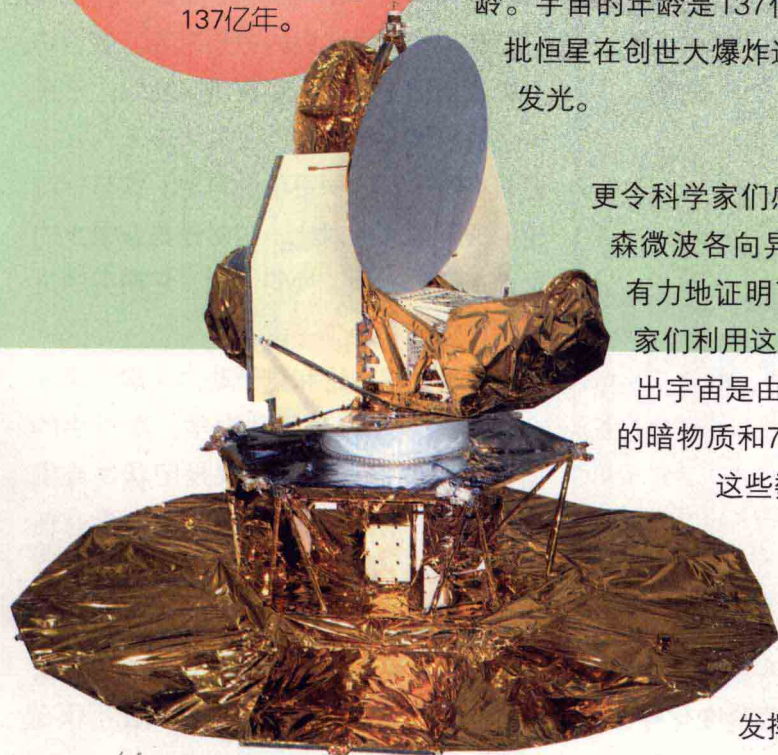
天文学家们通常在较大的层面上来研究问题。所以，对于他们来讲，相对论这一理论已经足以帮助他们处理普通的问题。然而，在创世大爆炸发生以后的一刹那间，宇宙是极其微小的。在这个时候，也就是普朗克时代，量子动力学的观点更为适用。科学家们意识到：为了全面地了解宇宙，有必要想办法把相对论和量子动力学理论统一起来。他们把涵盖了上述两种理论的理论称为“万物的理论”（ToE）。许多科学家把发现“万物的理论”作为科学界最终的奋斗目标。



## 对创世大爆炸的探索

威尔  
金森微波各向异  
性探测器 (WMAP)

这个航天器是在2001年被发射升空的。根据设计,它将被用来在宇宙的不同区域内收集微波辐射。科学家们利用这个航天器传回的科学数据计算出宇宙的年龄是137亿年。



“宇宙背景探测器号”为人们传回了第一幅关于创世大爆炸的余晖的详细图片。但是,这幅图片看上去还是非常模糊。接下来,另一颗被称为“威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)”的卫星为人们传回了一张清晰度更高的图片。这幅图片所提供的数据非常精确。所以,天文学家们利用它第一次精确地计算出宇宙的年龄。宇宙的年龄是137亿年。奇怪的是,第一批恒星在创世大爆炸过去20万年以后才开始发光。

更令科学家们感到惊讶的是,威尔金森微波各向异性探测器传回的数据有力地证明了暗能量的存在。科学家们利用这颗卫星传回的数据计算出宇宙是由4%的普通物质、23%的暗物质和73%的暗能量构成的。

这些数据还说明,在第一批星系的形成过程中,引力带来的内吸力与暗能量带来的外推力之间的相互作用,发挥了关键的作用。



### 创世大爆炸发出了什么样的声音?

科学家们利用威尔金森微波各向异性探测器传回的数据,研究出创世大爆炸的声音是厚重的嗡嗡声或隆隆声。美国西雅图华盛顿大学的物理学家约翰·克拉玛(John Cramer)为了再现创世大爆炸的声音,专门制作了一个声音文件。他说:“这种声音就像一架喷气式飞机半夜在距你家屋顶100英尺的空中飞过时所产生的巨大声响。”



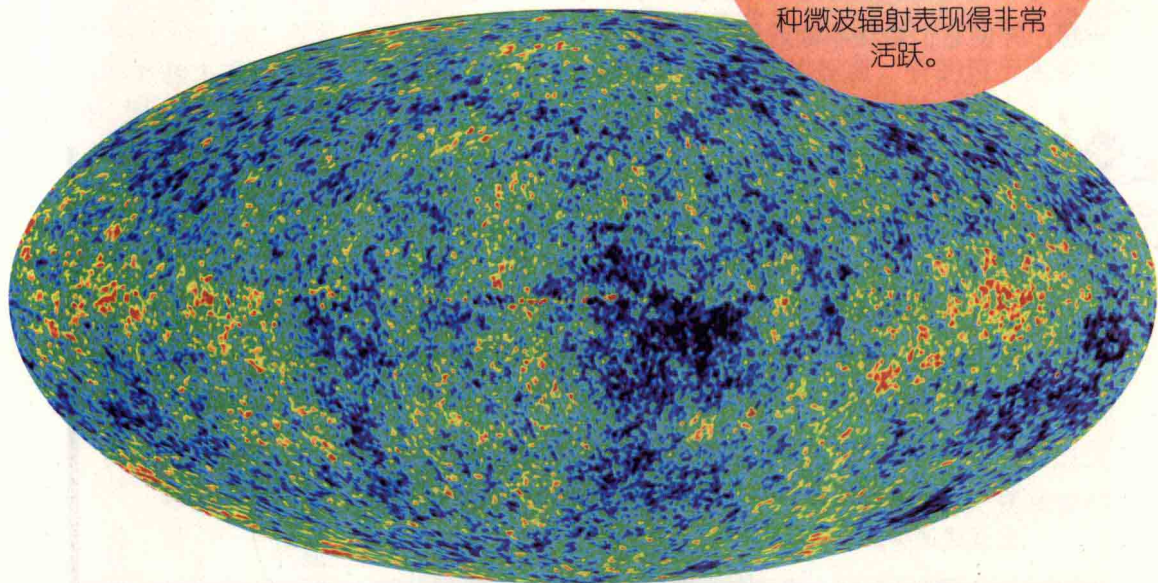


## 宇宙究竟有多大？

宇宙会永远膨胀下去，还是拥有固定的体积？一个由许多科学家组成的科研团队指出，根据威尔金森微波各向异性探测器传回的数据，宇宙的体积是一定的。它的体积完全取决于科学家们在微波背景上探测到的最大的波纹状结构。正如再大的波浪也不会超过海洋，这些波纹状结构的体积不可能超过整个宇宙。如果宇宙是无限的，那么这些波纹状结构的体积将不会有限度。然而，这些波纹状结构看上去并不是真的那么庞大。根据已经探测到的最大的波纹状结构，科学家们计算出宇宙的直径“仅仅”达到了700亿光年。

实际上，科学家们通过研究威尔金森微波各向异性探测器传回的数据发现，声波在第一批星系的形成过程中发挥了关键作用。他们认为，在宇宙形成的早期，巨大的声波在宇宙中穿行。同时，引力的内吸力和辐射的外推力在同时发挥作用。这一过程开始于创世大爆炸过去了差不多40万年的时候，并持续了大约60万年。100万年以后，随着这些声波渐渐地消失，在它们的主要边缘区域内渐渐地形成了星系，这就好比在断开的波浪上出现了泡沫一样。

在这幅图中，我们可以看到威尔金森微波各向异性探测器捕捉到的微波辐射的温度变化。这些温度变化发生在创世大爆炸3.8亿年以后。这时，整个宇宙的透明度已经非常高，各种微波辐射表现得非常活跃。





## 暗能量和宇宙中的波纹状结构

天文学家们现在已经获得了能够详细地反映宇宙各方面状况的图片。同时，他们已经研究出宇宙的起源。少数的科学家认为宇宙的直径大约为1 500亿光年。更多的科学家认为宇宙是无限的。科学家们还认为宇宙中包括100亿个我们可以观测到的星系。最遥远的星系大约距离地球130亿光年。这些星系是由极少量的可观测到的物质和大量的暗物质构成的。在宇宙的各个角落里到处分布着人类至今还不了解的暗能量。

天文学家们认为宇宙大约起源于137亿年以前。最初，宇宙的体积几乎等于零。后来，在创世大爆炸的过程中，它开始以惊人的速度不断膨胀。一些遥远的超新星正在以极快的速度远离地球，这说明宇宙的膨胀速度比以往任何时候（不包括宇宙最初发生膨胀的短暂的几毫秒在内）都快。正是一种被称为暗物质的神秘排斥力使得宇宙处于不断地膨胀之中。

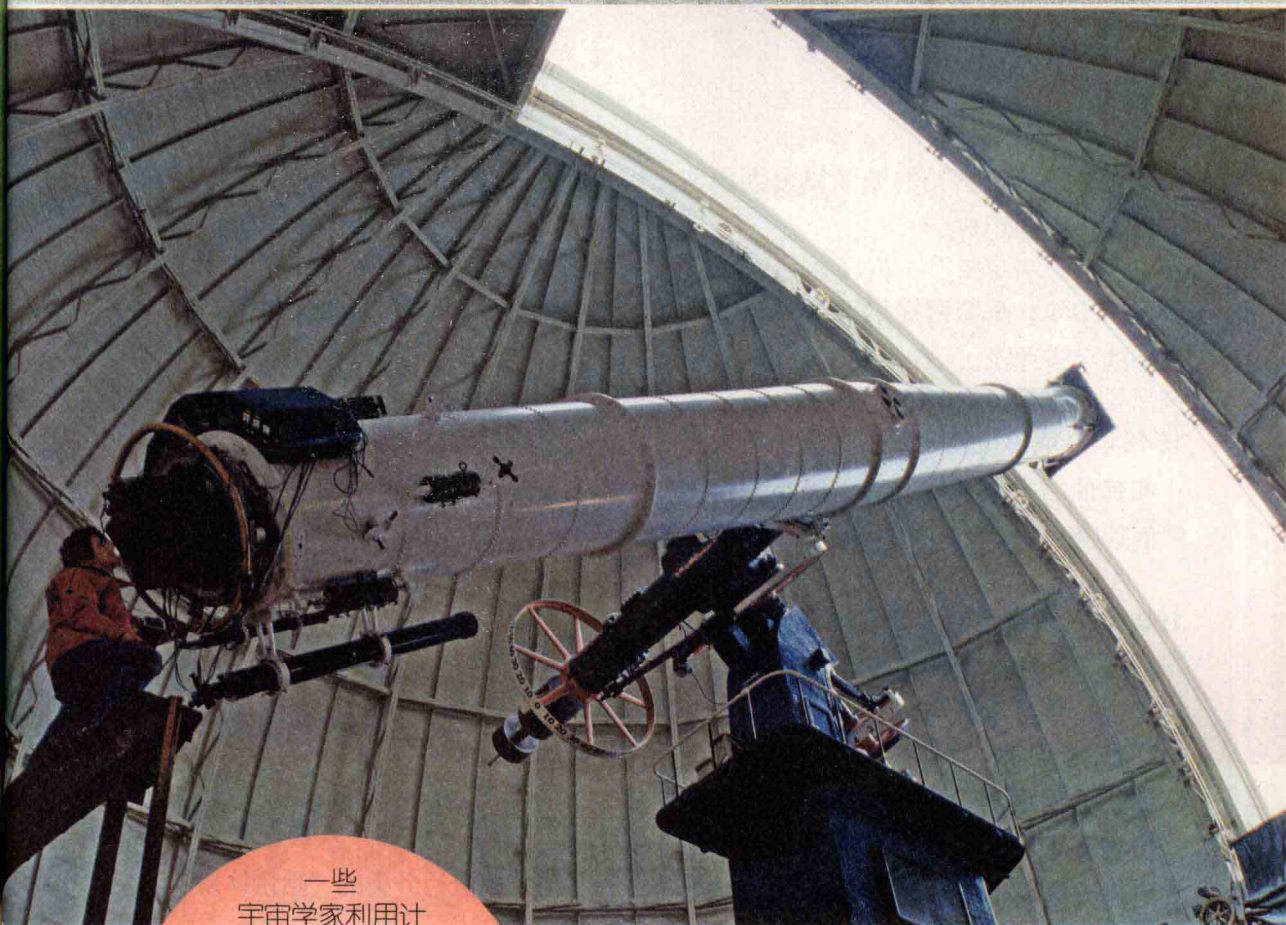
将来只有引力能够使宇宙的膨胀最终停下来。同时，正是引力使宇宙物质聚集在一起并最终形成恒星和星系。引力绝不是一种微弱的力量。与今天相比，引力的作用在过去创造了更多的恒星。引力的压缩作用直到今天仍然十分强大，它可以产生核反应，并引起恒星的燃烧。它还可以利用强大的力量将星系聚集在一起，并使它们最终不断收缩变成黑洞。



### 谈奇说妙

科学家们正在认真地研究宇宙的存在是否是唯一的。根据量子动力学的原理，空荡荡的太空是不可能存在的。在空荡荡的太空当中，量子粒子可能像气泡一样凭空出现。这一现象无论出现与否，都是极为正常的。如果作为宇宙前身的那个奇点也是一个量子气泡，那将意味着什么呢？如果真的是这样，那么更多的宇宙随时可能在我们不知道的情况下出现或消失。





一些  
宇宙学家利用计算机、笔和纸对宇宙进行了理论性的研究，他们得出的理论还需要实际天文观测的证实。这是世界上体积最大的折射天文望远镜，它被放置在美国威斯康星州的叶凯士天文台。

天文学家们目前已经拥有敏感度极高的天文观测设备，这其中就包括功能强大的天文望远镜，它们有的位于地球的表面，有的位于太空中的卫星上。天文学家们利用这些观测设备，可以捕捉到来自太空最遥远区域的最微弱的信号。他们已经发现了创世大爆炸的余晖。同时，他们通过敏感度极高的天文实验，发现了暗物质和暗能量的存在。他们还打算利用敏感度更高的仪器寻找不断变化的引力波，尽管由于它们极其微弱，我们目前还无法对它们进行准确的描述。

天文学家们已经下定决心一定要研究出宇宙的本质和形成过程。虽然我们对宇宙已经获得了许多了解，但这距离天文学家们的最终目标还相差甚远。



# 大事年表

公元前150年 喜帕恰斯估算出太阳和月球之间的距离。

公元100年 托勒密提出了以地球为中心的宇宙理论。

1543年 尼古拉斯·哥白尼提出了地球和其他的行星共同围绕太阳进行运转的理论。

1609年 约翰尼斯·开普勒证明了行星的运行轨道是椭圆的而不是正圆的。

1609—1610年 伽利略·伽利雷利用一台望远镜观测了月球的表面、金星的位相及木星的卫星，从而为哥白尼提出的太阳中心说提供了有力的证据。

1665年 艾萨克·牛顿提出了万有引力定律，正是这种引力将各种物体吸引到地面上，还是这种引力使行星在轨道内围绕太阳进行运转。

1769年 查理斯·梅西耶正式对外公布了他研究出的恒星列表。

1781年 威廉·赫歇尔发现了天王星这颗行星。

1784年 约翰·古德里克首先发现了造父变星。

1786年 赫歇尔首先估算出地球与恒星

之间的相对距离。

1838年 弗里德里希·贝塞尔首先估算出我们与一颗恒星之间的实际距离。

1846年 于尔班·勒威耶的预测使人类最终发现了海王星。

1905年 阿尔伯特·爱因斯坦提出了狭义相对论。

1914年 维斯特·斯里弗尔提出：星云发生了“红移”现象，它们正在远离地球。

1915年 安妮·江普·坎农正式对外公布了对恒星进行分类的“哈佛体系”。

1915年 阿尔伯特·爱因斯坦提出了广义相对论。

1916年 卡尔·史瓦兹旭尔得利用爱因斯坦提出的广义相对论提出了“黑洞”理论。

1921年 哈洛·沙普利和埃希纳·赫茨普龙第一次发现了地球与某一颗造父变星之间的实际距离。

1922年 亚历山大·弗里德曼提出：宇宙可能起源于一个极其微小的物质，后来经历了不断的膨胀。



1923年 埃德温·哈勃首先在银河系以外发现了一个星系。接下来，他又证明了许多星云实际上是遥远的星系。

1925年 乔治·勒梅特提出：宇宙最初是一个原子，后来经过了不断的膨胀。

1930年 冥王星这颗行星被人类发现了。

1931年 哈勃发现：一个星系离我们距离越远，它远离我们的速度越快。这说明宇宙是在不断地膨胀。

1933年 弗里兹·扎维奇提出：星系可能包含一些看不见的物质，这些物质后来被称为暗物质。

1946年 弗雷德·霍伊尔、托马斯·高特和赫曼·邦迪这3位科学家共同提出了“稳恒态宇宙理论”。

1948年 乔治·伽莫夫和拉尔夫·阿尔弗研究出：宇宙起源于一种非常炙热稠密的汤状物质，这种物质是由许多微粒构成的。

1949年 阿尔弗和罗伯特·赫曼提出：在宇宙形成大约30万年以后，宇宙中曾经出现过一种密度很大的雾，这种雾是由光线构成的。由于微波辐射，它可能会在宇宙中留下一缕淡淡的余晖。

1952—1960年 沃尔特·巴德和阿兰·桑德奇证明了宇宙的年龄至少有

100亿年。

1964年 阿诺·彭齐亚斯和罗伯特·威尔逊捕捉到了宇宙微波背景（CMB）。

1967年 乔瑟琳·贝尔发现了脉冲星的存在。

1970年 薇拉·鲁宾发现了可以证明暗物质存在的证据。

1979年 阿兰·古斯提出了宇宙膨胀理论。

1992年 科学家们利用COBE卫星传回的数据绘制出宇宙微波背景，他们发现宇宙微波背景是在不断变化的，这与创世大爆炸理论的预言是一致的。

1998年 科学家们通过对1a型超新星的研究证明：宇宙的膨胀在不断地加快。

2003年 科学家们通过研究WMAP卫星传回的数据得出结论：宇宙的年龄是137亿年。

2005年 人类在太阳系内部发现了一颗行星，它有可能是一颗新的行星，它被命名为2003 UB313，它还被称为“齐娜星”。

2006年 在发现了“齐娜星”以后，天文学家们认为：冥王星及其他体积较小的天体不应该再被归类为行星了。



# 科学家小传

以下是天文学发展史上部分杰出的科学家。

## 尼古拉斯·哥白尼（1473—1543）

尼古拉斯·哥白尼在近代天文学发展史上首次提出了：地球围绕太阳运转，而不是太阳围绕地球旋转。他出生在位于波兰北部维斯杜拉河畔的托伦市。他的波兰名字叫Mikolaj Kopernik。和当时的许多学者和牧师一样，他在后来开始使用拉丁版本的名字，即尼古拉斯·哥白尼。他成为波兰法兰伯克天主教堂的牧师。在那里，他渐渐地形成了自己的太阳中心说理论。1514年，他出版了一本小册子。在这本书中，他简要地概括了太阳中心说。在另一本伟大的著作中，他详细地阐述了太阳中心说理论。不过，这本书直到他即将离开人世时才被正式出版，那时已经是1543年了。

## 阿尔伯特·爱因斯坦（1879—1955）

爱因斯坦出生在德国的乌尔姆。他的天赋是渐渐显现出来的。由于成绩不理想，先后有几所大学拒绝录取他。他在1902年来到瑞士伯尔尼的专利局进行工作。在接下来的三年时间内，他完成了5篇论文。其中的每一篇论文对科学的发展都产生了重大的影响。第一篇论文向人们解释了光线如何能够产生

电。另一篇论文帮助人们证明了原子的存在。当然，最重要的还是他提出的狭义相对论。根据这一理论，只有光速是恒定的，而且光速在各处都是绝对存在的，其他任何形式的运动都是相对的。爱因斯坦的理论将能量和质量联系起来，并最终使人类研发出核能和核武器。1915年，爱因斯坦将这些观点概括在他提出的广义相对论当中。这一理论对引力进行了全新的解释。1933年，爱因斯坦移居到美国。此时，他已经成为世界上最伟大的科学家。

## 伽利略·伽利雷（1564—1642）

伽利略出生于意大利的比萨。他从小就表现出有创意的思维模式。伽利略在比萨大学毕业以后，先后在帕多瓦和佛罗伦萨任教，他将教学工作与科研工作有机地结合起来。并成为近代第一位伟大的科学家。他在运动物理学领域进行了具有开拓意义的研究。他首先提出：所有的运动都是相对的。他还研究了引力如何使物体加速运动。当然，在他的众多发现当中，利用望远镜在夜空中所获得的发现对科学发展的影响最为重大。他还发现了金星的位相以及木星的卫星，这些发现为哥白尼的太阳中心说提供了有力的证据。此外，由于他公开支持哥白尼的学说，他与罗马的天主



教会之间产生了矛盾。

### **威廉·赫歇尔 (1738—1822)**

威廉·赫歇尔出生在德国。1759年，他作为一名双簧管的吹奏者，随父亲来到了英格兰。当他的父亲离开英格兰的时候，他继续留在那里，并开始采用威廉这个英文名字。后来，他又来到了巴斯。在这里，他不仅演奏乐器，而且还当起了乐队的指挥。同时，他还与妹妹卡罗琳重逢了。1773年，赫歇尔开始把天文研究当做自己的业余爱好。很快，他建成了自己的天文望远镜。这些天文望远镜在当时是最先进的。1781年，他发现了后来被称为海王星的那颗行星。他和妹妹共同研究出最全面的恒星和星团列表，并通过比较亮度的方法首先估算出地球与恒星之间的相对距离，这种方法一直被沿用到今天。

### **埃德温·哈勃 (1889—1953)**

埃德温·哈勃出生于美国的密苏里州，他是20世纪最伟大的天文学家。在英国的牛津大学读了几年书以后，他开始从事天文学研究。他最初在天文学领域所表现出来的能力帮助他于1919年在加利福尼亚州威尔逊山天文台获得了一个职位。他在几年之内就发现：当时被

称为仙女座的星云其实并不是银河系内部的星云，而是一个遥远的星系。这实际上第一次向人们证明了在银河系之外还存在其他的星系，哈勃也因此迅速成为名人。后来，哈勃又向人们证明了宇宙随时都在膨胀。

### **艾萨克·牛顿 (1642—1727)**

艾萨克·牛顿是有史以来英国最伟大的科学家，他出生在林肯郡的一个叫乌尔斯索普的村子，他出生的那一天正好是圣诞节。在剑桥大学读书期间，他就提出：在白色的日光中包含了光线的所有颜色。从此以后，他在科学领域不断取得新的发现。1665年，由于英格兰爆发了瘟疫，他不得不回到了乌尔斯索普。在这里，他为自己后来提出的引力定律和三大运动定律奠定了研究基础。这些理论为整个近代物理学的研究奠定了基础。还是在乌尔斯索普，他发明了反射望远镜，今天的许多天文学家仍然在使用这种望远镜。1669年，他作为教授回到剑桥大学，并一直任职到1687年。1687年，他到伦敦出任议会的议员。1696年，他成为皇家铸币厂的主管官员，并一直任职到1727年。1727年，牛顿逝世。



# DISCOVERING THE UNIVERSE

## From Ptolemy's Spheres to Dark Energy

### 从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙

- \* 宇宙是如何起源的？
- \* 谁首先测算出恒星的距离？
- \* 被称为暗物质的这种神秘的力量究竟是什么？

“连锁反应”系列丛书解释了科学领域历次重大进步的发展过程。丛书中每一分册讲述了科学上的每一次发现或每一项发明是怎样引发出一连串的技术突破，从而改变了我们的生活。

《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》一书向读者们讲述了关于天文学的一些神奇的故事，这其中既包括古代人关于所有的行星都围绕地球运转的传说，又包括当代科学家提出的关于宇宙膨胀的理论。

本书作者**约翰·范顿** 资深儿童科普读物作家，三次进入小学生科普读物奖的决选名单。

本书顾问**迈克·戈德史密斯**博士，曾于基尔大学攻读天文学，现任英国国家物理实验室声学中心负责人。他曾经撰写过多部关于天文学、太空探索和自然科学历史的儿童读物。

本系列丛书包括：

《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》

《从蒸汽机到核聚变——发现能量》

《从风车到氢燃料电池——发现替代能源》

《从火药到激光化学——发现化学反应》

《从牛顿的彩虹到冷冻光——发现光》

《从希腊原子到夸克——发现原子》

登陆 [www.heinemann.co.uk/library](http://www.heinemann.co.uk/library) 查询海尼曼图书馆全部资源。

ISBN 978-7-5439-4266-0



定价：18.00 元